

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Tetsuya GOROHATA et al.

Application No.: 10/602,070

Filed: June 24, 2003

Docket No.: 116340

For: SEQUENTIALLY JOINED-SEGMENT COIL FOR ROTARY ELECTRICAL MACHINE
HIGH DEGREE OF ELECTRICAL INSULATION

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2002-184800 Filed June 25, 2002

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

James A. Oliff
Registration No. 27,075

Thomas J. Pardini
Registration No. 30,411

JAO:TJP/emt

Date: November 10, 2003

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

**DEPOSIT ACCOUNT USE
AUTHORIZATION**

Please grant any extension
necessary for entry;
Charge any fee due to our
Deposit Account No. 15-0461

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-184800

[ST.10/C]:

[JP 2002-184800]

出 願 人

Applicant(s):

株式会社デンソー

2003年 4月22日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎

出証番号 出証特2003-3029557

【書類名】 特許願

【整理番号】 P000013189

【提出日】 平成14年 6月25日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H02K 15/085

【発明の名称】 回転電機のセグメント順次接合ステータコイルおよびその製造方法

【請求項の数】 14

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 五郎畑 哲也

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 鎌倉 洋一

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 平野 均

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 浦野 金久

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 香田 請司

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 瀬口 正弘

【特許出願人】

 【識別番号】 000004260

 【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代表者】 岡部 弘

【代理人】

【識別番号】 100081776

【弁理士】

【氏名又は名称】 大川 宏

【電話番号】 (052)583-9720

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009438

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回転電機のセグメント順次接合ステータコイルおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

径方向へ順番に並んだ偶数個の導体収容位置を有するステータコアのスロットに収容され、順次接続されてM（Mは3以上の整数）相電機子コイルの相コイルの1ターンを構成する多数のセグメントを有し、

前記セグメントは、互いに所定ピッチ離れた一对の前記スロットの互いに異なる導体収容位置に個別に収容される一对のスロット導体部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの一端側へ突出して頭部側コイルエンドを構成する頭部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの他端側へ突出して端部側コイルエンドを構成する一对の飛び出し端部とを有し、

前記頭部は、略U字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から周方向かつ軸方向へ斜行して前記一对のスロット導体部に個別に連なる一对の頭部斜行部とからなり、

前記飛び出し端部は、前記一对のスロットから周方向かつ軸方向へ斜行する一对の端部斜行部と、前記端部斜行部の先端に形成されて異なる前記セグメントの前記端部斜行部の先端に接合される端部先端部とからなり、

前記頭部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記頭部を有し、

前記端部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記端部を有する、

回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

前記頭部先端部は、前記スロット導体部よりも径方向に膨らんで形成され、

径方向に隣接する2つの前記頭部先端部間の径方向ピッチは、前記頭部先端部の径方向幅より大きく形成され、

径方向に隣接する2つの前記頭部側斜行部間の径方向ピッチは、前記ステータコアの近傍にて前記頭部の先端部の径方向幅より小さく形成されていることを特

徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 2】

請求項 1 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、
前記頭部斜行部間の前記径方向ピッチは、前記ステータコアの端面から軸方向に離れるほど次第に大きく設定され、

径方向外側の前記頭部斜行部は、径方向内側の前記頭部斜行部に比較して、軸方向を基準として相対的に大角度で径方向外側へ斜行していることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 3】

請求項 1 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、
前記頭部斜行部間の前記径方向ピッチは、前記ステータコアの端面から軸方向に離れるほど次第に大きく設定され、

径方向内側の前記頭部斜行部は、径方向外側の前記頭部斜行部に比較して、軸方向を基準として相対的に大角度で径方向内側へ斜行していることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 4】

請求項 1 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、
前記頭部斜行部は、径方向に湾曲乃至屈曲していることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 5】

径方向へ順番に並んだ偶数個の導体収容位置を有するステータコアのスロットに収容され、順次接続されて M (M は 3 以上の整数) 相電機子コイルの相コイルの 1 ターンを構成する多数のセグメントを有し、

前記セグメントは、互いに所定ピッチ離れた一対の前記スロットの互いに異なる導体収容位置に個別に収容される一対のスロット導体部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの一端側へ突出して頭部側コイルエンドを構成する頭部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの他端側へ突出して端部側コイルエンドを構成する一対の飛び出し端部とを有し、

前記頭部は、略 U 字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から周方向かつ

軸方向へ斜行して前記一对のスロット導体部に個別に連なる一对の頭部斜行部とからなり、

前記飛び出し端部は、前記一对のスロットから周方向かつ軸方向へ斜行する一对の端部斜行部と、前記端部斜行部の先端に形成されて異なる前記セグメントの前記端部斜行部の先端に接合される端部先端部とからなり、

前記頭部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記頭部を有し、

前記端部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記端部を有する、

回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

前記頭部先端部は、前記スロット導体部よりも径方向に膨らんで形成され、

径方向に隣接する2つの前記頭部先端部間の径方向ピッチは、前記頭部先端部の径方向幅より小さく形成され、

径方向に隣接する2つの前記頭部先端部のうち径方向最大幅の部位同士は、軸方向にずれて配置されていることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項6】

請求項5記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

径方向に隣接する2つの前記頭部先端部同士は、軸方向へ前記頭部先端部の軸方向長よりも長い距離だけずれていることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項7】

径方向へ順番に並んだ偶数個の導体収容位置を有するステータコアのスロットに収容され、順次接続されてM（Mは3以上の整数）相電機子コイルの相コイルの1ターンを構成する多数のセグメントを有し、

前記セグメントは、互いに所定ピッチ離れた一对の前記スロットの互いに異なる導体収容位置に個別に収容される一对のスロット導体部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの一端側へ突出して頭部側コイルエンドを構成する頭部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの他端側へ突出して端部側コ

イルエンドを構成する一対の飛び出し端部とを有し、

前記頭部は、略U字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から周方向かつ軸方向へ斜行して前記一対のスロット導体部に個別に連なる一対の頭部斜行部とからなり、

前記飛び出し端部は、前記一対のスロットから周方向かつ軸方向へ斜行する一対の端部斜行部と、前記端部斜行部の先端に形成されて異なる前記セグメントの前記端部斜行部の先端に接合される端部先端部とからなり、

前記頭部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記頭部を有し、

前記端部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記端部を有する、

回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

前記頭部の先端部は、前記スロット導体部よりも径方向に膨らんで形成され、

径方向に隣接する2つの前記頭部先端部間の径方向ピッチは、前記頭部先端部の径方向幅より小さく形成され、

径方向に隣接する2つの前記頭部先端部のうち径方向最大幅の部位同士は、周方向にずれて配置されていることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 8】

請求項 7 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

径方向に隣接する2つの前記頭部先端部同士は、周方向へ前記頭部の先端部の周方向長さよりも長い距離だけずれていることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

径方向に隣接する一対の前記導体収容位置に個別に収容される一対の前記スロット導体部に連なる小回り頭部を有する前記セグメントである小回りセグメントと、前記小回り頭部を径方向へ囲む大回り頭部を有する前記セグメントである大

回りセグメントとにより構成されるセグメントセットを、径方向へ複数セット有し、

径方向にて等しい位置を有して周方向に配列される多数の前記セグメントセットは、所定の相電圧が印加される部分相コイルを形成し、

前記相コイルは、それぞれ径方向に異なる位置をもつ多数の前記部分相コイルを、径方向に隣接する前記部分相コイル同士の順次接続により直列接続して構成されることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 1 0】

請求項 9 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

同じ相電圧が印加されるスロット導体部をそれぞれ収容するとともに互いに周方向に連続して隣接する多数の前記スロットにより構成される同相スロット群を有し、

共通の前記スロットに収容されてそれぞれ径方向に異なる位置をもつ多数の前記部分相コイルを径方向に隣接する前記部分相コイル同士の順次接続により直列接続してそれぞれ構成されて同相スロット群の互いに異なるスロットに収容される多数の前記直列相コイル回路を有し、

前記相コイルは、前記多数の直列相コイル回路を並列接続して構成されることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 1 1】

請求項 2 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法において、

前記ステータコアの前記スロットに挿入する前に前記各セグメントの前記スロット導体部となる予定部分を相対回転可能に同軸配置された複数のリングにより個別に保持する工程と、

前記各リングにより支持された前記各セグメントの頭部を径方向外側に一斉に倒す工程と、

前記リングを回転させて前記各セグメントの頭部斜行部を周方向へ展開する工程と、

を有することを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製

造方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法において、

前記各セグメントの前記頭部を径方向外側に一斉に倒す工程の実施に際して、略切頭円錐面形状のテーパ外周面部を有して前記リングに対して軸方向に進退する頭部付勢部材を前記リングに向けて降下させることにより、前記テーパ外周面部により前記各セグメントの径方向内側の前記斜行部を径方向外側へ押し広げることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法において、

前記径方向外側へ倒れた前記頭部を前記リングの回転により展開する際に、前記頭部が径方向外側へ倒れすぎるのを規制する円筒状の規制部材を設けることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法。

【請求項 1 4】

請求項 9 と請求項 1 1 ～ 1 3 のいずれかとに記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法において、

前記規制部材は、前記小回りセグメントの前記頭部が前記大回りセグメントの前記頭部より径方向外側へはみ出すのを防止することを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転電機のセグメント順次接合型ステータコイルおよびその製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、ステータコアのスロットに挿通された多数のセグメント導体を順次接合

して形成されたセグメント順次接合型ステータコイルが提案されている。たとえば、特許第 3 1 1 8 8 3 7 号は、略 U 字形状を有する導体片であるセグメントを順次接合して形成されたセグメント順次接合型コイルの製造について開示している。

【 0 0 0 3 】

更に説明すると、このセグメント順次接合型ステータコイルは、セグメントの一对の脚部を回転子の略磁極ピッチだけ互いに離れた一对のスロットに個別に挿通して飛び出した両端部を周方向へ曲げ、各セグメントの両脚部の先端を順次接合して形成されている。

【 0 0 0 4 】

つまり、このセグメントは、略 U 字状（より正確には略 V 字状）の頭部（曲がり部又はターン部とも呼ばれる）と、この頭部の両端からコアの互いに異なる二つのスロットにコアの軸方向一侧から個別に挿入された一对のスロット導体部と、両スロット導体部の先端からコアの軸方向他側へ飛び出して周方向へ延在する一对の飛び出し端部とをそれぞれ有し、各飛び出し端部の先端部は、一对ずつ接合されている。なお、この明細書では、スロット導体部と飛び出し端部とをまとめてセグメントの脚部と呼称する場合もあるものとする。したがって、各セグメントの頭部はステータコイルの頭部側コイルエンド）を構成し、各セグメントの飛び出し端部はステータコイルの端部側コイルエンドを構成する。

【 0 0 0 5 】

また、特許第 3 1 1 8 8 3 7 号は、小回りセグメントと、この小回りセグメントを囲む大回りセグメントとにより構成されたセグメントセットの合計 4 本の脚部を互いに同軸配置された 2 つのリングに個別に保持し、これらリングを相対回転させて、各セグメントの一对の脚部を周方向へ展開して頭部斜行部を形成することを開示している。

【 0 0 0 6 】

また、特開 2 0 0 0 - 1 3 9 0 4 9 は、ステータコアのスロットにそれぞれ収容された小回りセグメントと、この小回りセグメントを囲む大回りセグメントとにより構成されたセグメントセットの合計 4 本の脚部を互いに同軸配置された 4

つのリングに個別に保持し、これらリングを相対回動させて、各セグメントの一对の脚部を周方向へ展開して端部斜行部を形成することを開示している。

【 0 0 0 7 】

更に、特許第 3 1 0 4 7 0 号は、径方向に隣接する端部先端部のペアを溶接すること、周方向に隣接する 2 つの端部先端部の間に拘束部材を介在させて端部先端部のペアの姿勢を確保することを開示している。

【 0 0 0 8 】

更に、特許第 3 1 1 8 8 3 7 号は、導体線を 1 8 0 度折り返して展開前の U 字状のセグメントを形成することを開示し、特開 2 0 0 1 - 2 4 5 4 4 6 号公報は連続線を 1 8 0 度折り返して、上記セグメント順次接合ステータコイルと同様のコイルを形成することを開示している。なお、このような連続線折り曲げ型ステータコイルは溶接工程を省略することができるが、通常では解放スロットを使用せざるを得ない。

【 0 0 0 9 】

特開 2 0 0 0 - 9 2 7 6 6 号公報はこのセグメント順次接合型ステータコイルにおいて、各スロットにそれぞれ 6 本のスロット導体部を径方向へ一列に収容する構成を開示している。

【 0 0 1 0 】

上記公報などに開示されているこのセグメント順次接合型ステータコイルの製造方法例について、以下に説明する。

【 0 0 1 1 】

まず、必要本数の松葉状セグメントを準備する。次に、松葉状セグメントを U 字状セグメントに加工してセグメントの一对のスロット導体部を周方向へ互いに略磁極ピッチ離れさせるとともに必要数のセグメントをコアの各スロットに同時挿通できるようにそれらを空間配置（周方向へ整列）させる工程が行われる。この工程は、たとえば上記特許 3 1 1 8 8 3 7 号の第 3 図に示される同軸の複数の穴付きのリングを用い、これら穴付きのリングの周方向同位置の各穴に松葉状セグメントの両脚部を個別に挿入し、各リングを略磁極ピッチ相対回転して、この松葉状セグメントを頭部が周方向へ U 字状（V 字状と考えても良い）に開いた U 字

状セグメントに加工することにより行われる。この工程は、通常、小回りセグメントと大回りセグメントとからなるセグメントセットに対して実施される。

【 0 0 1 2 】

次に、U字状に形成され、周方向に整列された各セグメントをコアの各スロットに挿入される工程が行われる。この工程は、U字状に変形され、周方向に整列された各セグメントの頭部を保持しつつ脚部を上記一对の穴付きリングから抜き出し、コアの各スロットに挿入することにより行なわれる。

【 0 0 1 3 】

次に、スロットから飛び出した各飛び出し端部を周方向へ屈曲する工程が行われる。好適には、各飛び出し端部は半磁極ピッチだけ周方向へ屈曲される。このような周方向屈曲は、たとえば上記特許 3 1 9 6 7 3 8 号の第 4 図、第 5 図に示される同軸の複数の穴付きリングを用い、各穴付きリングの各穴に各飛び出し端部の先端を挿入し、各穴付きリングをそれぞれ周方向へ半磁極ピッチ（電気角 $\pi / 2$ ）回動して、各飛び出し端部をそれぞれ周方向へ半磁極ピッチ屈曲させればよい。なお、各穴付きリングを回動させる際、各穴付きリングを飛び出し端部に向けて軸方向に付勢しながら行くと、屈曲点の曲率半径を大きくできるので好適である。次に、各飛び出し端部の先端部を所定の順序で溶接する工程が行われる。

【 0 0 1 4 】

これにより各相のコイルを意味する相コイルがエンドレスに形成されるので、適切な部位でU字状セグメントのU字状の頭部を切断することにより、頭部側に各相コイルの引き出し端子を形成することができる。これら引き出し端子をあらかじめ長く形成しておけば、この長く形成した部分を周方向へ屈曲することにより、中性点用の渡り線などとして用いることができる。なお、これらの引き出し端子を頭部側コイルエンドに設けるのは、端部側コイルエンドでは、溶接工程があるため、長い引き出し端子が邪魔になるからである。

【 0 0 1 5 】

上記説明したセグメント順次接合ステータコイルは、従来、車両用交流発電機のステータコイルとして用いられていた。

【 0 0 1 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記公報などにより開示されているセグメント順次接合型ステータコイルでは、次の問題があった。

【 0 0 1 7 】

すなわち、上記した松葉状セグメント（この明細書では展開処理前のセグメントを松葉状セグメントと呼ぶ場合もある）は、頭部先端部において180度折り曲げられるが、折り曲げられた各頭部先端部は、脚部配列方向（幅方向とする）において一对の脚部の合計幅より大きい幅を有している。これは、この頭部先端部が所定曲率を有して180度湾曲しているためであり、セグメントの絶縁皮膜の損傷を防止するために上記曲率を縮小するには制限があり、かつ、折り曲げ加工も難しくなるからである。この問題は上記した連続線折り曲げ型ステータコイルにおいても同様である。

【 0 0 1 8 】

このセグメントをステータコアのスロットに挿入する場合、通常の場合、一つのセグメントの両方の脚部はスロット内にて径方向に隣接する2つの導体収容位置に個別に収容され、又はセグメントセットでは合計4本の脚部がスロット内にて互いに隣接する4つの導体収容位置に個別に収容される。

【 0 0 1 9 】

たとえば車両の走行に用いる走行モータでは、高電圧バッテリーから給電されるために、上記したセグメントの頭部先端部の曲率縮小は一層困難であり、その結果、頭部先端部の径方向（ステータにおける）の幅は、従来の車両用交流発電機用ステータコイルに用いられるセグメントのそれよりも格段に大きくならざるを得ない。

【 0 0 2 0 】

従来のセグメント順次接合型ステータコイルにおいて、頭部側コイルエンドは、径方向に複数のセグメントが並ぶために、頭部側コイルエンドにおける導体ピッチは、この頭部先端部の径方向幅以下にすることができず、かつ、上記した車両走行モータ用においては、頭部側コイルエンドにおいて径方向に隣接する頭部

先端部間の電気絶縁向上のために、各頭部先端部間に所定の隙間を設けることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

これらの結果、スロット内におけるスロット導体部の径方向ピッチは、上記頭部側コイルエンドにおける頭部先端部の径方向ピッチとなるため、スロットの占積率が低下し、かつ、ステータ径が増大し、モータ体格、重量の増大を招くという問題も派生した。

【 0 0 2 2 】

本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、頭部側コイルエンドのにおける頭部先端部間の電気絶縁性を良好に確保しつつ、モータ径の縮小とモータの軽量化が可能な回転電機のセグメント順次接合ステータコイルおよびその製造方法を提供することをその目的としている。

【 0 0 2 3 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の本発明は、径方向へ順番に並んだ偶数個の導体収容位置を有するステータコアのスロットに収容され、順次接続されて M (M は 3 以上の整数) 相電機子コイルの相コイルの 1 ターンを構成する多数のセグメントを有し、前記セグメントは、互いに所定ピッチ離れた一対の前記スロットの互いに異なる導体収容位置に個別に収容される一対のスロット導体部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの一端側へ突出して頭部側コイルエンドを構成する頭部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの他端側へ突出して端部側コイルエンドを構成する一対の飛び出し端部とを有し、前記頭部は、略 U 字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から周方向かつ軸方向へ斜行して前記一対のスロット導体部に個別に連なる一対の頭部斜行部とからなり、前記飛び出し端部は、前記一対のスロットから周方向かつ軸方向へ斜行する一対の端部斜行部と、前記端部斜行部の先端に形成されて異なる前記セグメントの前記端部斜行部の先端に接合される端部先端部とからなり、前記頭部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記頭部を有し、前記端部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記端部を有する回転電機の

セグメント順次接合ステータコイルにおいて、

前記頭部先端部は、前記スロット導体部よりも径方向に膨らんで形成され、径方向に隣接する 2 つの前記頭部先端部間の径方向ピッチは、前記頭部先端部の径方向幅より大きく形成され、径方向に隣接する 2 つの前記頭部側斜行部間の径方向ピッチは、前記ステータコアの近傍にて前記頭部の先端部の径方向幅より小さく形成されていることを特徴としている。

【 0 0 2 4 】

この発明では、頭部側コイルエンドにおいて、頭部先端部間の径方向ピッチを、前記頭部先端部の径方向幅より大きく、かつ、ステータコアの近傍の頭部側斜行部間の径方向ピッチより大きく形成している。この形状を実現するために、頭部側斜行部間の径方向ピッチは、ステータコア近傍より頭部先端部近傍において大きく設定されている。

【 0 0 2 5 】

これにより、ステータコアの径方向幅の増大を抑止しつつ必要なターン数のセグメントをモータハウジング内に収容することができ、頭部側コイルエンドの頭部先端部間の相互接触、電気絶縁の劣化を防止することができる。更に、各頭部側斜行部間の隙間が増大することは、これらの隙間を流れる冷却空気流の流れも良くなり、ステータコイルの冷却にも好都合となる。

【 0 0 2 6 】

なお、ステータコアのコイルエンドが収容される空間は、頭部側コイルエンドの径方向両側にアイドルスペースがあるので、上記のように頭部側斜行部を径方向外側又は径方向内側にばらけさせることになんの問題も生じない。

【 0 0 2 7 】

なお、小回りセグメントの一对のスロット導体部を径方向に隣接する一对の導体収容位置に収容し、大回りセグメントの一对のスロット導体部を上記一对の導体収容位置に径方向外側と径方向内側にて隣接する一对の導体収容位置に収容するセグメント配置を採用する場合には、これら小回りセグメントと大回りセグメントとは、頭部側コイルエンドを周方向にみた場合、一つのセグメント（すなわちセグメントセット）として考えることができる。つまり、請求項 1 記載の構成

におけるセグメントをこのセグメントセットとして考えても上記効果を奏することができる。すなわち、径方向に隣接する大回りセグメントを上記セグメントとみなしても上記効果を奏することができる。

【 0 0 2 8 】

また、上記説明では、セグメント順次接合ステータコイルの頭部側コイルエンドの頭部先端部の膨らみによるステータコアの径方向幅の増大を防止するセグメント配置を説明したが、このような頭部先端部の膨らみは、上記説明した連続線折り返し型のコイルにおいても実施可能である。

【 0 0 2 9 】

請求項 2 記載の構成は請求項 1 記載の構成において更に前記頭部斜行部間の前記径方向ピッチは、前記ステータコアの端面から軸方向に離れるほど次第に大きく設定され、径方向外側の前記頭部斜行部は、径方向内側の前記頭部斜行部に比較して、軸方向を基準として相対的に大角度で径方向外側へ斜行している。これにより、頭部斜行部を径方向外側へ倒すことは、頭部斜行部のピッチ拡大を簡単に実施することができるので、製造方法を簡素化することができるという効果を実現することができる。

【 0 0 3 0 】

請求項 3 記載の構成は請求項 1 記載の構成において更に、前記頭部斜行部間の前記径方向ピッチは、前記ステータコアの端面から軸方向に離れるほど次第に大きく設定され、径方向内側の前記頭部斜行部は、径方向外側の前記頭部斜行部に比較して、軸方向を基準として相対的に大角度で径方向内側へ斜行していることを特徴としている。

【 0 0 3 1 】

これにより、請求項 2 記載と同様の効果を奏することができる。もちろん、径方向外側寄りの頭部斜行部を径方向外側へ、径方向内側寄りの頭部斜行部を径方向内側に倒せば、倒し量を減らしつつ上記効果を奏することができる。

【 0 0 3 2 】

請求項 4 記載の構成は請求項 1 記載の構成において更に、前記頭部斜行部は、径方向に湾曲乃至屈曲していることを特徴としている。

【 0 0 3 3 】

上記態様のように頭部斜行部の間の径方向隙間をステータコアから遠ざかるにつれて一定の隙間増大率にて拡大する他に、この隙間増大率を径方向外側へ向かうにつれて大きくすることも可能であり、その他、頭部斜行部の所定部位にて頭部斜行部を中央部などで径方向外側又は内側へ大きく湾曲したりして請求項 1 記載の効果を実現することもできる。

【 0 0 3 4 】

請求項 5 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルは、径方向へ順番に並んだ偶数個の導体収容位置を有するステータコアのスロットに収容され、順次接続されて M（M は 3 以上の整数）相電機子コイルの相コイルの 1 ターンを構成する多数のセグメントを有し、前記セグメントは、互いに所定ピッチ離れた一対の前記スロットの互いに異なる導体収容位置に個別に収容される一対のスロット導体部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの一端側へ突出して頭部側コイルエンドを構成する頭部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの他端側へ突出して端部側コイルエンドを構成する一対の飛び出し端部とを有し、前記頭部は、略 U 字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から周方向かつ軸方向へ斜行して前記一対のスロット導体部に個別に連なる一対の頭部斜行部とからなり、前記飛び出し端部は、前記一対のスロットから周方向かつ軸方向へ斜行する一対の端部斜行部と、前記端部斜行部の先端に形成されて異なる前記セグメントの前記端部斜行部の先端に接合される端部先端部とからなり、前記頭部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記頭部を有し、前記端部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記端部を有する回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

前記頭部先端部は、前記スロット導体部よりも径方向に膨らんで形成され、径方向に隣接する 2 つの前記頭部先端部間の径方向ピッチは、前記頭部先端部の径方向幅より小さく形成され、径方向に隣接する 2 つの前記頭部先端部のうち径方向最大幅の部位同士は、軸方向にずれて配置されていることを特徴としている。

【 0 0 3 5 】

すなわち、この発明では、従来では径方向に隣接していた大きな頭部先端部が互いに干渉するのを防止するために、径方向に隣接する2つの頭部先端部同士を軸方向へずらすことにより、これら頭部先端部の径方向最大幅の部分が径方向へ重ならないようにしている。

【 0 0 3 6 】

これにより、頭部先端部の径方向最大幅の部分同士が径方向に重なってしまうのを防止することができるので、スロット内の導体の径方向ピッチを増大することなく、請求項1記載の上記効果を奏することができる。また、この発明では、頭部斜行部を径方向に倒す加工を行う必要がないので、製造工程を簡素化することができる効果も奏することができる。

【 0 0 3 7 】

なお、最も好適には、径方向に多数のセグメントを配置する場合には、径方向中央部の頭部先端部を最も軸方向外端に配置し、径方向外側、内側へいくにつれて頭部先端部の軸方向位置を徐々に軸方向内側にずらしていくことが好ましい。これにより、頭部の最大軸方向長さを短縮することができる。

【 0 0 3 8 】

このセグメントを上記セグメントセットと考えることができることは前述の通りである。

【 0 0 3 9 】

請求項6記載の構成は請求項5記載の構成において更に、径方向に隣接する2つの前記頭部先端部同士は、軸方向へ前記頭部先端部の軸方向長よりも長い距離だけずれていることを特徴としている。これにより、頭部先端部の径方向干渉を良好に防止することができる。

【 0 0 4 0 】

請求項7記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルは、径方向へ順番に並んだ偶数個の導体収容位置を有するステータコアのスロットに収容され、順次接続されてM（Mは3以上の整数）相電機子コイルの相コイルの1ターンを構成する多数のセグメントを有し、前記セグメントは、互いに所定ピッチ離れた一対の前記スロットの互いに異なる導体収容位置に個別に収容される一対のスロ

ット導体部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの一端側へ突出して頭部側コイルエンドを構成する頭部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの他端側へ突出して端部側コイルエンドを構成する一対の飛び出し端部とを有し、前記頭部は、略U字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から周方向かつ軸方向へ斜行して前記一対のスロット導体部に個別に連なる一対の頭部斜行部とからなり、前記飛び出し端部は、前記一対のスロットから周方向かつ軸方向へ斜行する一対の端部斜行部と、前記端部斜行部の先端に形成されて異なる前記セグメントの前記端部斜行部の先端に接合される端部先端部とからなり、前記頭部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記頭部を有し、前記端部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記端部を有する回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

前記頭部の先端部は、前記スロット導体部よりも径方向に膨らんで形成され、径方向に隣接する2つの前記頭部先端部間の径方向ピッチは、前記頭部先端部の径方向幅より小さく形成され、径方向に隣接する2つの前記頭部先端部のうち径方向最大幅の部位同士は、周方向にずれて配置されていることを特徴としている。

【 0 0 4 1 】

すなわち、この発明では、従来では径方向に隣接していた大きな頭部先端部が互いに干渉するのを防止するために、径方向に隣接する2つの頭部先端部同士を周方向へずらすことにより、これら頭部先端部の径方向最大幅の部分が径方向へ重ならないようにしている。

【 0 0 4 2 】

これにより、頭部先端部の径方向最大幅の部分同士が径方向に重なってしまうのを防止することができるので、スロット内の導体の径方向ピッチを増大することなく、請求項1記載の上記効果を奏することができる。また、この発明では、頭部斜行部を径方向に倒す加工を行う必要がないので、製造工程を簡素化することができる効果も奏することができる。

【 0 0 4 3 】

このセグメントを上記セグメントセットと考えることができることは前述の通りである。

【 0 0 4 4 】

請求項 8 記載の構成は請求項 7 記載の構成において更に、径方向に隣接する 2 つの前記頭部先端部同士は、周方向へ前記頭部の先端部の周方向長さよりも長い距離だけずれていることを特徴としている。これにより、頭部先端部の径方向干渉を良好に防止することができる。

【 0 0 4 5 】

請求項 9 記載の構成は請求項 1 乃至 8 のいずれか記載の構成において更に、径方向に隣接する一対の前記導体収容位置に個別に収容される一対の前記スロット導体部に連なる小回り頭部を有する前記セグメントである小回りセグメントと、前記小回り頭部を径方向へ囲む大回り頭部を有する前記セグメントである大回りセグメントとにより構成されるセグメントセットを、径方向へ複数セット有し、径方向にて等しい位置を有して周方向に配列される多数の前記セグメントセットは、所定の相電圧が印加される部分相コイルを形成し、前記相コイルは、径方向に異なる前記セグメントセットにより別々に形成された多数の前記部分相コイルを、径方向に隣接する前記部分相コイル同士の順次接続により直列接続して構成されることを特徴としている。

【 0 0 4 6 】

従来、セグメント順次接合ステータコイルを用いる回転電機の用途としては車両用交流発電機が考えられていたが、更に大出力の車両の走行モータとして採用することが期待される。走行モータは配線、ステータコイルの抵抗損失低減のために従来より格段に高いバッテリー電圧（数百V）により給電される必要がある。しかし、両者の回転数にほとんど相違がないため、走行モータ用のセグメント順次接合ステータコイルは車両交流発電機用のセグメント順次接合ステータコイルに比較して格段の多ターン化が要求されることになる。

【 0 0 4 7 】

ターン数の増大には、図 1 6 に示すようにセグメント 3 3（a～e）を多重相互囲み配置すること（図 1 6 では 5 重）によりスロット S 内の径方向導体数を増

加することが考えられるが、この多重相互囲みセグメント方式によれば、囲み数に等しい種類のセグメントが必要となること、外側のセグメント 3 3 e の頭部の配線距離が長くなるために配線抵抗が増大してしまうという問題があった。

【 0 0 4 8 】

特に、このU字状のセグメントの頭部先端部Hの径方向幅は製造上の理由によりその脚部L対の径方向幅よりも大きくなるため、図 1 6 では省略したが、実際には図 1 6 によれば頭部側コイルエンド 3 1 1 の径方向幅Wが相当に大きくなり、頭部側コイルエンド 3 1 1 の軸方向長も増大して、モータ軸長が増大し、その体格重量も増大してしまうという問題もあった。

【 0 0 4 9 】

更に、上記したようにセグメントの頭部の径方向幅がその脚部対の径方向幅よりも大きくなるために、展開時の擦れ合いを防止するために径方向に隣接する異なるセグメントの脚部H、H間に隙間dを確保しなければならず、その分だけスロット占積率が低下してしまうという問題があった。

【 0 0 5 0 】

また更に、上記多重の囲みにより内部のセグメント 3 3 a は放熱が悪くなるという問題もあった。

【 0 0 5 1 】

このような問題に対し、この構成では、図 3 に示すように、スロット内の径方向へ連続する 4 つの導体収容位置を占めるセグメントセットを径方向に積み重ね、周方向に配列される所定のセグメントセットを直列接続して部分相コイルを構成し、それぞれ異なる径方向位置のセグメントセットにより構成されて互いに径方向に隣接する各部分相コイルを径方向に順次接続して相コイルを形成する構成を採用した。

【 0 0 5 2 】

この構成によれば、径方向に隣接する各部分相コイルの接続を異形のU字状のセグメントを用いることにより簡単に実施することができ、その上、径方向に異なるセグメントセット（部分相コイル）間の温度や配線長さのばらつきにより電流分布が局部的に集中して局部的に過熱が生じることもなく、容易に多ターン化

を実現することができる。

【 0 0 5 3 】

請求項 1 0 記載の構成は請求項 9 記載の構成において更に、同じ相電圧が印加されるスロット導体部をそれぞれ収容するとともに互いに周方向に連続して隣接する多数の前記スロットにより構成される同相スロット群を有し、共通の前記スロットに収容されてそれぞれ径方向に異なる位置をもつ多数の前記部分相コイルを径方向に隣接する前記部分相コイル同士の順次接続により直列接続してそれぞれ構成されて同相スロット群の互いに異なるスロットに収容される多数の前記直列相コイル回路を有し、前記相コイルは、前記多数の直列相コイル回路を並列接続して構成されることを特徴としている。

【 0 0 5 4 】

従来、セグメント順次接合ステータコイルを用いる回転電機の用途としては車両用交流発電機が考えられていたが、更に大出力の車両の走行モータとして採用することが期待される。このような大出力化には、大電流が必要であり、大電流化のためのセグメント断面積の増大には限界があるため、部分相コイルを並列に接続して相コイルの合計断面積を増大する必要があるが、このような並列接続は渡り線の追加などを必要とするためセグメント順次接続により構成することが容易ではなかった。

【 0 0 5 5 】

そこで、この構成では、請求項 9 記載の相コイルを直列相コイル回路とし、この直列相コイル回路を複数設け、各直列相コイル回路を同相スロット群の互いに異なるスロットに収容する構成を採用した。本構成によれば、各直列相コイル回路間の配線抵抗のばらつきをなくすことができ、また、各部分相コイル間の電流ばらつきを良好に低減することができる。特に、径方向異なる位置の部分相コイル間の抵抗ばらつきがあったとしても、上記各直列相コイル回路間の抵抗ばらつきが生じないという利点は重要な利点である。

【 0 0 5 6 】

したがって、この構成よれば、多種類のセグメントを用いたり、コイルエンドにて複雑な特別の渡り線を追加したりすることなく、コイルの多ターン化を実現

することができ、高電圧を必要とする自動車用走行モータのステータコイルを実現することができる。

【 0 0 5 7 】

請求項 1 1 記載の構成は請求項 1 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法において、前記ステータコアの前記スロットに挿入する前に前記各セグメントの前記スロット導体部となる予定部分を相対回転可能に同軸配置された複数のリングにより個別に保持する工程と、前記各リングにより支持された前記各セグメントの頭部（スロット導体部予定領域よりも頭部側の部分）を径方向外側に一斉に倒す（斜めに倒す）工程と、前記リングを回転させて前記各セグメントの前記頭部斜行部を周方向へ展開する工程とを有することを特徴としている。

【 0 0 5 8 】

なお、この場合も、上記セグメントを上記セグメントセットとすることもできる。

【 0 0 5 9 】

すなわち、この製造方法は、全周にわたって頭部斜行部を径方向外側に一斉に倒すことにより一挙に頭部斜行部を径方向外側へ傾斜させるので、径方向に隣接する 2 つの頭部先端部間の隙間を頭部斜行部のステータコア近傍に比較して簡単に増加することができる。もちろん、頭部斜行部の径方向外側への倒し角自体は、セグメント（又はセグメントセット）の径方向位置により当然異なり、径方向外側の頭部斜行部ほど、大きな倒し角度が与えられる。

【 0 0 6 0 】

更に、この製造方法では、上記一斉倒し加工は、セグメントの頭部斜行部予定部分を周方向に開く公知の頭部展開工程にて実施されるので、工程増加を抑止することができる。更に説明すると、この公知の頭部展開工程は、セグメントの頭部先端部を押さえつつセグメントの脚部を個別に保持する 2 つのリングを逆方向へ回転してなされる。この工程では、リングはセグメントのスロット導体部予定部分を径方向外側へ曲がらないように保持しているので、各頭部先端部又は各頭部斜行部を径方向外側へ押せば、簡単に頭部斜行部を径方向外側に倒すことがで

きる。

【 0 0 6 1 】

なお、この頭部斜行部を径方向外側へ倒す工程と、頭部斜行部を周方向へ開く工程とは、同時に実施してもよく、前者を先に後者を後に実施してもよく、後者を先に前者を後に実施してもよい。

【 0 0 6 2 】

請求項 1 2 記載の構成は請求項 1 1 記載の製造方法において更に、前記各セグメントの前記頭部を径方向外側に一齐に倒す工程の実施に際して、略切頭円錐面形状のテーパ外周面部を有して前記リングに対して軸方向に進退する頭部付勢部材を前記リングに向けて降下させることにより、前記テーパ外周面部により前記各セグメントの径方向内側の前記斜行部を径方向外側へ押し広げる（斜めに倒す）ことを特徴としている。

【 0 0 6 3 】

このようにすれば、頭部斜行部を簡単に斜めに倒すことができる。

【 0 0 6 4 】

請求項 1 3 記載の構成は請求項 1 2 に記載の製造方法において更に、前記径方向外側へ倒れた前記頭部を前記リングの回動により展開する際に、前記頭部が径方向外側へ倒れすぎるのを規制する円筒状の規制部材を設けることを特徴としている。

【 0 0 6 5 】

頭部を予め倒した後で頭部を展開する場合、又は、倒しつつ展開する場合、頭部先端部が予定倒れ角度よりも大きく倒れてしまう可能性が生じる。この構成では、それを防止する円筒状の規制部材を頭部の径方向外側に設けているので、頭部斜行部の倒れすぎを防止することができる。

【 0 0 6 6 】

請求項 1 4 記載の構成は請求項 9 と請求項 1 3 のいずれかとし記載の製造方法において更に、前記規制部材は、前記小回りセグメントの前記頭部が前記大回りセグメントの前記頭部より径方向外側へはみ出すのを防止することを特徴としている。

【 0 0 6 7 】

セグメント、すなわち、小回りセグメントと大回りセグメントとを同時に展開する場合、セグメントセットを径方向へ押さえる押さえ板は大回りセグメントの頭部先端部を押さえ、小回りセグメントの頭部先端部を押さえないので、大回りセグメントの頭部よりも小回りセグメントの頭部が大きく径方向外側へ倒れる可能性がある。しかし、この構成では、上記円筒状の規制部材を用いているので、小回りセグメントの頭部も大回りセグメントの頭部を越えて径方向外側にはみ出すことはない。

【 0 0 6 8 】

【発明の実施の形態】

以下、この発明のセグメント順次接合型ステータコイルを有する高電圧車両用回転電機の例を図に示す各実施形態に基づいて説明する。図 1 は車両の走行動力発生用の走行モータとして使用されるこの回転電機の軸方向断面図である。ただし、ステータコイルのコイルエンド部分は模式図示されている。図 2 はステータコイルの一部をなすセグメントの斜視図、図 3 はスロット内におけるセグメントの収容状態を示す部分断面図である。

(全体構成の説明)

図 1 において、走行モータは、ステータコア 1、ロータ 2、ステータコイル 3、ハウジング 4、回転軸 7 を有している。ステータコア 1 は、ハウジング 4 の周壁内周面に固定され、ステータコイル 3 はステータコア 1 の各スロットに巻装されている。ロータ 2 は、ハウジング 4 に回転自在に支持された回転軸 7 に固定された IPM 型ロータであり、ステータコア 1 の径内側に配置されている。ステータコイル 3 は三相電機子巻線であって、外部の約 3 0 0 V のバッテリーから給電される三相インバータから給電されている。

【 0 0 6 9 】

この走行モータは、二次電池車又は燃料電池車又はハイブリッド車の走行動力を発生する永久磁石型三相ブラシレス DC モータ（同期モータ）であるが、ロータ構造としては、公知の種々の形式に置換可能である。このような種々の形式の同期機自体は周知であるので説明を省略する。

(ステータコイル 3 の説明)

ステータコイル 3 は、図 2 に示す所定数のセグメント（本発明で言うセグメントセット） 3 3 をステータコア 1 の一側からステータコア 1 の各スロットに挿通し、スロットから各セグメント 3 3 の飛び出し端部をステータコア 1 の他側に必要長さだけ突出させ、各セグメント 3 3 の飛び出し端部を周方向に略電気角 $\pi/2$ だけそれぞれ捻り、各セグメント 3 3 の飛び出し端部の先端部（接合部）を所定の組み合わせで溶接して構成されている。セグメント 3 3 は、溶接部分すなわち上記飛び出し端部の先端部（端部先端部ともいう）を除いて樹脂皮膜で被覆された長板 U 字形状を有している。この種のセグメント順次接合型のステータコイル自体は、上述したようにもはや公知となっている。

【 0 0 7 0 】

セグメント（セグメントセット） 3 3 の詳細を更に詳しく説明する。

【 0 0 7 1 】

一つのセグメント（セグメントセット） 3 3 は、略 V 字状の頭部と、この頭部の両端から直線的に伸びてスロットに収容されている一对のスロット導体部と、両スロット導体部の先端からそれぞれ伸びる一对の飛び出し端部とをそれぞれ有する一つの大セグメント 3 3 1 と一つの小セグメント 3 3 2 とからなる。これにより、ステータコイル 3 は、ステータコア 1 の一側に全体としてリング状に存在する第一のコイルエンド部（頭部側コイルエンド） 3 1 1 と、ステータコア 1 の他側に全体としてリング状に存在する第二のコイルエンド（端部側コイルエンド）部 3 1 2 と、スロット内に存在するスロット導体部とに区分される。

【 0 0 7 2 】

つまり、図 1 において、頭部側コイルエンド 3 1 1 は各セグメント 3 3 の上記頭部により構成され、端部側コイルエンド 3 1 2 は各セグメント 3 3 の上記飛び出し端部により構成されている。

【 0 0 7 3 】

図 1 において、4 セットのセグメントセット 3 3 が径方向へ順番に挿通されている。3 3 0 1 は最も径方向内側のセグメントセット群 S1 の一つのセグメントセット 3 3 の頭部、3 3 0 2 は径方向内側から数えて 2 番目のセグメントセット群

S2の一つのセグメントセット33の頭部、3303は径方向内側から数えて3番目のセグメントセット群S3の一つのセグメントセット33の頭部、3302は最も径方向外側のセグメントセット群S3の一つのセグメントセット33の頭部であり、径方向へ順番に4個並んだ頭部は、前述した頭部側コイルエンド311を構成している。ただし、図1では、図示簡単化のために端部側コイルエンド312は2つのセグメントセット群の径方向へ並んだ合計8本（4対）の飛び出し端部しか図示していない。

（セグメント33の説明）

セグメント（セグメントセット）33を図2を参照して説明する。

【0074】

セグメント（セグメントセット）33は、大きい大セグメント（大回りセグメントともいう）331と、小さい小セグメント（小回りセグメントともいう）332とを有している。この大セグメント331とこの大セグメント331が囲む小セグメント332とをセグメントセットと称する。

【0075】

大セグメント331において、331a、331bはスロット導体部、331cは頭部、331f、331gは飛び出し端部である。飛び出し端部331f、331gの先端部331d、331eは接合部分であるので端部先端部又は接合部とも称する。スロット導体部331aを最内層のスロット導体部と称し、スロット導体部331bを最外層のスロット導体部と称する。

【0076】

小セグメント332において、332a、332bはスロット導体部、332cは頭部、332f、332gは飛び出し端部である。飛び出し端部332f、332gの先端部332d、332eは接合部分であるので端部先端部又は接合部とも称する。スロット導体部332aを中内層のスロット導体部と称し、スロット導体部332bを中外層のスロット導体部と称する。

【0077】

符号' は、図示しない大セグメント又は小セグメントの符号' がない部分と同じ部分を示す。したがって、図2では、互いに径方向に隣接する接合部331d

と接合部 3 3 2 d' とが溶接され、互いに径方向に隣接する接合部 3 3 2 d と接合部 3 3 1 d' とが溶接され、互いに径方向に隣接する接合部 3 3 2 e と接合部 3 3 1 e' とが溶接されている。

【 0 0 7 8 】

図 2 では、最内層のスロット導体部 3 3 1 a と中内層のスロット導体部 3 3 2 a が、ロータコア 7 1 の所定のスロットに收容される場合、同一のセグメント 3 3 1、3 3 2 の最外層のスロット導体部 3 3 1 b と中外層のスロット導体部 3 3 2 b はこの所定のスロットから略所定奇数磁極ピッチ T（たとえば 1 磁極ピッチ（電気角度 π ））離れたスロットに收容される。小セグメント 3 3 2 の頭部 3 3 2 c は大セグメント 3 3 1 の頭部 3 3 1 c に囲まれるようにして配置されている。

（スロット内のセグメントセット配置）

スロットのセグメントセットの配置状態を図 3 に示す。

【 0 0 7 9 】

3 5 はスロットである。スロット 3 5 には径方向へ 1 6 個の導体收容位置 P 1 ～P 1 6 が設定され、各導体收容位置 P 1 ～P 1 6 にはそれぞれ 1 個のスロット導体部が收容されている。各スロット 3 5 は、4 セットのセグメントセット群 S 1 ～S 4 が径方向へ順番に收容し、導体收容位置 P 1 ～P 4 はセグメントセット群 S 1 を、導体收容位置 P 4 ～P 8 はセグメントセット群 S 2 を、導体收容位置 P 9 ～P 1 2 はセグメントセット群 S 3 を、導体收容位置 P 1 3 ～P 1 6 はセグメントセット群 S 4 を收容している。各セグメントセット群 S 1 ～S 4 はそれぞれ周方向へ配列された多数のセグメント 3 3 からなる。

【 0 0 8 0 】

この最も内側のセグメントセット群 S 1 を一例として詳しく説明すると、最内層のスロット導体部 3 3 1 a はステータコア 3 2 のスロット 3 5 の径方向最内側に配置され、以下、径方向外側へ順に、中内層のスロット導体部 3 3 2 a、中外層のスロット導体部 3 3 2 b'、最外層のスロット導体部 3 3 1 b' の順に配置され、結局、各スロット 3 5 は 4 本のスロット導体部を 4 層 1 列に收容する。図 3 において、スロット導体部 3 3 2 b'、3 3 2 b' は、スロット導体部 3 3 2

a、331aをもつ大セグメント331、小セグメント332とは異なる大セグメント331、小セグメント332に属している。他のセグメントセットS2～S4も上記と同様の配置、構成を持つことは言うまでもない。大セグメント331と小セグメント332とからなるセグメント（セグメントセット）33をスロット35に挿通する状態を図4に示す。

（三相ステータコイルの構成の説明）

径方向に4セット配列されたセグメントセット群S1～S4による三相ステータコイルの接続を図9を参照して以下に説明する。図9はU相の相コイルを示す。

【0081】

1磁極ピッチ当たり9スロット（同相3スロット、3相）、極数12、スロット数108とされる。隣接3スロットは、同相の相電圧が印加される同相スロット群を構成している。1スロットには上記したように16個の導体収容位置P1～P16が径方向に形成され、各導体収容位置には1つのスロット導体部が収容される。

【0082】

各スロットの径方向最内側から数えて1～4番目の4つの導体収容位置P1～P4に収容されるセグメントセット群S1は、波巻きなどにより接続されて第1の部分相コイルを各相当たり3個形成する。図9に示すU11、U21、U31はこの第1の部分相コイルである。部分相コイルU11、U12、U13は、隣接する同相スロット群を構成する3つスロットのうち互いに異なるスロットに収容される。

【0083】

各スロットの径方向最内側から数えて5～8番目の4つの導体収容位置P5～P8に収容されるセグメントセット群S2は、波巻きなどにより接続されて第2の部分相コイルを各相当たり3個形成する。図9に示すU12、U22、U32はこの第2の部分相コイルである。部分相コイルU12、U22、U32は、隣接する同相スロット群を構成する3つスロットのうち互いに異なるスロットに収容される。

【0084】

各スロットの径方向最内側から数えて 9 ～ 1 2 番目の 4 つの導体収容位置 P 9 ～ P 1 2 に収容されるセグメントセット群 S 3 は、波巻きなどにより接続されて第 3 の部分相コイルを各相当たり 3 個形成する。図 9 に示す U 1 3、U 2 3、U 3 3 はこの第 3 の部分相コイルである。部分相コイル U 1 3、U 2 3、U 3 3 は、隣接する同相スロット群を構成する 3 つスロットのうち互いに異なるスロットに収容される。

【 0 0 8 5 】

各スロットの径方向最内側から数えて 1 3 ～ 1 6 番目の 4 つの導体収容位置 P 1 3 ～ P 1 6 に収容されるセグメントセット群 S 4 は、波巻きなどにより接続されて第 4 部分相コイルを各相当たり 3 個形成する。図 9 に示す U 1 4、U 2 4、U 3 4 はこの第 3 の部分相コイルである。部分相コイル U 1 4、U 2 4、U 3 4 は、隣接する同相スロット群を構成する 3 つスロットのうち互いに異なるスロットに収容される。

【 0 0 8 6 】

また、部分相コイル U 1 1、U 1 2、U 1 3、U 1 4 は、同相スロット群をなす隣接 3 スロットのうちの周方向一方側から数えて最初のスロットに収容され、部分相コイル U 2 1、U 2 2、U 2 3、U 2 4 は、同相スロット群をなす隣接 3 スロットのうちの周方向一方側から数えて中央のスロットに収容され、部分相コイル U 3 1、U 3 2、U 3 3、U 3 4 は、同相スロット群をなす隣接 3 スロットのうちの周方向一方側から数えて最後のスロットに収容される。

【 0 0 8 7 】

部分相コイル U 1 1、U 1 2、U 1 3、U 1 4 は、隣接する部分相コイル同士が順番に接続されて直列相コイル回路 U 1 を形成し、部分相コイル U 2 1、U 2 2、U 2 3、U 2 4 は、隣接する部分相コイル同士が順番に接続されて直列相コイル回路 U 2 を形成し、部分相コイル U 3 1、U 3 2、U 3 3、U 3 4 は、隣接する部分相コイル同士が順番に接続されて直列相コイル回路 U 3 を形成する。これらの径方向に隣接する部分相コイル同士の接続は、従来より公知であるように径方向に隣接する 2 つの部分相コイルの空きの導体収容位置の一つ同士に異形の U 字状セグメントを挿入して接続される。

【 0 0 8 8 】

たとえば、部分相コイルU 1 2 は、通常のセグメント（好ましくは大回りセグメント）を一つ抜くことによりできた一対の空きの導体収容位置の一つと、同様に部分相コイルU 1 3 に形成された空きの導体収容位置の一つとにこの異形のU字状のセグメントを挿入して、部分相コイルU 1 2、U 1 3 を接続することができる。

【 0 0 8 9 】

また、部分相コイルU 1 2 の残りの一つの空きの導体収容位置と、同様に部分相コイルU 1 1 に形成された空きの導体収容位置の一つとにこの異形のU字状のセグメントを挿入して、部分相コイルU 1 2、U 1 3 を接続することができる。

【 0 0 9 0 】

部分相コイルU 1 1 の残る一つの空きの導体収容位置には中性点用（引き出し端子用でも良い）の異形セグメントが挿入され、同様に、部分相コイルU 1 4 の残る一つの空きの導体収容位置には引き出し端子用（中性点用でも良い）の異形セグメントが挿入される。

【 0 0 9 1 】

直列相コイル回路U 1、U 2、U 3 は、両端同士が接続されて並列接続され、U相の相コイルを形成する。

【 0 0 9 2 】

以下、通常のセグメント順次接合ステータコイルの標準製造プロセスをまず最初に説明し、その後、この実施例特有の製造工程を説明する。

（標準の頭部捻り工程）

まず、必要本数の小セグメント3 3 2 と大セグメント3 3 1 との展開前の形状をもつ2種類の松葉状セグメントを準備する。これらの松葉状セグメントの両脚部は、互いに略隣接して直線状に延在しており、その頭部は鋭く屈曲している。次に、松葉状セグメントをU字状セグメントに加工してセグメントの一対のスロット導体部を周方向へ互いに略磁極ピッチ離れさせるとともに必要数のセグメントをステータコアの各スロットに同時挿通できるようにそれらを空間配置（周方向へ整列）させる工程が次のように行われる。

【 0 0 9 3 】

この頭部捻り工程を図 5、図 6 を参照して以下に説明する。

【 0 0 9 4 】

この頭部捻り工程におけるセグメント挿入前の状態を図 5 に示す。図 5 において、1 0 は頭部捻り装置、1 1 は小リング、1 2 は大リングであり、両者は相対回転可能に同軸配置されている。大リング 1 1 にはそれぞれ径方向へ並んだ一対の孔 1 2 1、1 2 2 が周方向所定ピッチで設けられ、小リング 1 2 には孔 1 2 1、1 2 2 と周方向等ピッチで径方向へ並んだ一対の孔 1 1 1、1 1 2 が設けられている。孔 1 1 1 ~ 1 1 4 は径方向へ一列に並んでいる。大回りセグメント（大セグメント）3 3 1 の両スロット導体部を、最も内側の孔 1 1 1 と最も外側の孔 1 2 2 に挿入し、小回りセグメント（小セグメント）3 3 2 の両スロット導体部は、最も内側の孔 1 1 1 の外側の孔 1 1 2 と、最も外側の孔 1 2 2 の内側の孔 1 2 1 とに挿入する。

【 0 0 9 5 】

図 6 は、すべての大セグメント 3 3 1 とすべての小セグメント 3 3 2 とを小リング 1 1 と大リング 1 2 との孔 1 1 1、1 1 2、1 2 1、1 2 2 に嵌挿した状態を示す。図 6 において、1 6 は小リング 1 1 と大リング 1 2 の軸方向上方に配置された頭部押さえプレートである。頭部押さえプレート 1 6 の下端面には、同一周方向位置の大セグメント 3 3 1 の頭部の頂部と小セグメント 3 3 2 の頭部の頂部とのペアを、周方向両側から挟む一対の爪部（一つのみ図示）1 6 0 を有している。すなわち、各セグメント 3 3 を孔 1 1 1、1 1 2、1 2 1、1 2 2 に挿入した後、押さえプレート 1 6 が降下して、各対の爪部 1 6 0 が、周方向同位置の大セグメント 3 3 1 の頭部の頂部と小セグメント 3 3 2 の頭部の頂部とを周方向両側から挟む。

【 0 0 9 6 】

その後、大リング 1 2 及び小リング 1 1 とを、静止するこの頭部押さえプレート 1 6 に対して半磁極ピッチだけ互いに逆方向に回転される。これにより、すべてのセグメント 3 3 の日本の脚部は周方向 1 磁極ピッチだけ周方向に展開される。

【 0 0 9 7 】

リング 1 1、1 2 の回転時に、セグメント 3 3 の頭部の頂部はリング 1 1、1 2 の回転とともにリング 1 1、1 2 にむけて軸方向に変位するので、頭部押さえプレート 1 6 はそれに合わせて軸方向に変位させる。1 7 は、大セグメント 3 3 1、小セグメント 3 3 2 が深く落下しないように規制する規制プレートである。規制プレート 1 7 を、径方向外側の 2 つの脚部が載置される外側規制プレートと、径方向内側の 2 つの脚部が載置される内側規制プレートとに分割し、この内側規制プレートをリング 1 1 に固定してリング 1 1 と一体に回転させ、この外側規制プレートをリング 1 2 に固定してリング 1 2 と一体に回転させてもよい。

【 0 0 9 8 】

次に、頭部押さえプレート 1 6 により各セグメント 3 3 を保持したまま、小リング 1 1 と大リング 1 2 とを各セグメント 3 3 から離脱させる。

（標準の端部挿入工程）

次に、小回り状の U 字状セグメント 3 3 2 を上記両穴付きリングから抜き出して、図 4 に一部示すようにステータコア 1 のスロット 3 5 の中内層位置及び中外層位置に挿通し、大回り状の U 字状セグメント 3 3 1 を上記両穴付きリングから抜き出して、ステータコア 1 のスロット 3 5 の最内層位置及び最外層位置に挿通する。この時、上記頭部押さえプレート 1 6 で各セグメントがばらけないように保持することにより、各セグメントを一挙に各スロット 3 5 に挿通することができる。その後、この頭部押さえプレート 1 6 は取り外される。

【 0 0 9 9 】

なお、上記した小回り状の U 字状セグメント 3 3 2、大回り状の U 字状セグメント 3 3 1 のステータコアのスロット 3 5 へ挿通するまでの工程は上記に限られるものではなく、上記した他に種々採用することができる。

（標準の端部捻り工程）

上記のようにスロットに挿通されたセグメント 3 3 の端部の捻り成形工程を以下に説明する。

【 0 1 0 0 】

この実施例では、大セグメント 3 3 1 の最外層スロット導体部 3 3 1 b に連な

る端部 3 3 1 g（外層側端部ともいう）は周方向一方側に捻られ、大セグメント 3 3 1 の最内層スロット導体部 3 3 1 a に連なる端部 3 3 1 f（内層側端部ともいう）は周方向他方側に捻られている。小セグメント 3 3 2 の中内層のスロット導体部 3 3 2 a に連なる端部 3 3 2 f（内層側端部ともいう）は周方向一方側に捻られ、小セグメント 3 3 2 の中外層のスロット導体部 3 3 2 b に連なる端部 3 3 2 g（外層側端部ともいう）は周方向他方側に捻られている。導体部 3 3 1 f と 3 3 2 f との周方向捻り量の合計は 1 磁極ピッチとされ、導体部 3 3 1 g と 3 3 2 g との周方向捻り量の合計は 1 磁極ピッチとされている。

【 0 1 0 1 】

上記した大セグメント 3 3 1 および小セグメント 3 3 2 からなるセグメントセットの捻り加工を図 7、図 8 を参照して更に詳しく説明する。図 7 はステータコイル捻り装置 5 の模式縦断面図、図 8 は図 7 における A-A 断面矢視図である。

【 0 1 0 2 】

まず、ステータコイル捻り装置 5 の構成を説明する。

【 0 1 0 3 】

ステータコイル捻り装置 5 は、ステータコア 1 の外周部を受けるワーク受け 5 1、ステータコア 3 2 の径方向の動きを規制して保持するクランパ 5 2、ステータコア 3 2 の浮き上がりを防止するワーク押さえ 5 3、ステータコア 3 2 の一端から出たセグメント 3 3 の飛び出し脚部を捻るための捻り整形部 5 4、捻り整形部 5 4 を軸方向に駆動するための昇降用シャフト 5 4 a、捻り整形部 5 4 を周方向に回転駆動する回転駆動機構 5 4 1 a ～ 5 4 4 a、昇降用シャフト 5 4 a を軸方向に移動するための昇降駆動機構 5 4 b、及び、回転駆動機構 5 4 1 a ～ 5 4 4 a と昇降駆動機構 5 4 b とを制御するコントローラ 5 5 を備えている。

【 0 1 0 4 】

捻り整形部 5 4 は、同心状に配置された 4 つの円筒状の捻り治具 5 4 1 ～ 5 4 4 がそれらの先端面を揃えて配置されている。各捻り治具 5 4 1 ～ 5 4 4 は回転駆動機構 5 4 1 a ～ 5 4 4 a により独立に回転可能とされ、かつ、昇降駆動機構 5 4 b により昇降用シャフト 5 4 a を昇降することにより同時に昇降可能となっている。

【 0 1 0 5 】

図 8 に示されているように、捻り治具 5 4 1 ～ 5 4 4 の先端面には、挿入されたセグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g の各先端（接合部）を保持するセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b が穿設されている。このセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b は、ステータコア 1 のスロット 3 5 の総数に等しい数だけ各捻り治具 5 4 1 ～ 5 4 4 の周方向に並べて形成されている。

【 0 1 0 6 】

セグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b は、図 8 に示すように、互いに径方向に隣接するセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b 同士の連通を防止するための隔壁 5 4 1 c ～ 5 4 4 c、5 4 2 d、5 4 3 d が設けられている。隔壁 5 4 1 c ～ 5 4 4 c、5 4 2 d、5 4 3 d の厚みは、径方向外側から数えて 1 層目と 2 層目との間の隔壁 5 4 1 c、5 4 2 c で形成される間隔 d 1 及び 3 層目と 4 層目の間の隔壁 5 4 3 c、5 4 4 c で形成される間隔 d 3 よりも、2 層目と 3 層目との間の隔壁 5 4 2 d、5 4 3 d で形成される間隔 d 2 の方が大きくなるように設定されている。

【 0 1 0 7 】

次に、ステータコイル捻り装置 5 の作動を説明する。

【 0 1 0 8 】

スロット 3 5 内にセグメント 3 3 が配置されたステータコア 3 2 をワーク受け 5 1 にセットする。次に、ステータコア 3 2 の外周部をクランパ 5 2 に固定する。その後、ワーク押さえ 5 3 でステータコア 3 2 の上部及び大セグメント 3 3 1 の頭部 3 3 1 c を押さえることにより、ステータコア 3 2 及びセグメント 3 3 の上下方向の動きを規制する。

【 0 1 0 9 】

セグメント 3 3 が配置されたステータコア 3 2 をクランパ 5 2 及びワーク受け 5 3 により固定した後、昇降用シャフト 5 4 a によって捻り整形部 5 4 を上昇させ、各捻り治具 5 4 1 ～ 5 4 4 に形成されたセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b にセグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g を挿入する。

【 0 1 1 0 】

セグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b にはセグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g の先端すなわち後に接合部となる部分だけが挿入可能となっている。セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g はテーパ状に形成されているため、セグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b にスムーズに挿入されることができる。

【 0 1 1 1 】

セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g を捻り整形部 5 4 のセグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b に挿入した後、捻り整形部 5 4 は、回転駆動機構 5 4 1 a ~ 5 4 4 a および昇降駆動機構 5 4 b により回転され、昇降される。

【 0 1 1 2 】

次に、捻り整形部 5 4 の回転について説明する。

【 0 1 1 3 】

捻り治具 5 4 1 および治具 5 4 3 を時計回り方向に第一の角度だけ回転させ、捻り治具 5 4 2 および捻り治具 5 4 4 を反時計回り方向に第二の角度だけ回転させる。この時、第一の角度と第二の角度の大きさは等しくなくてもよく、両者の合計が必要なスロットピッチとなればよい。

【 0 1 1 4 】

その後、セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g のうちスロット 3 5 の出口からセグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b の入口までの部分の長さを一定に保つように、昇降駆動機構 5 4 b および回転駆動機構 5 4 1 a ~ 5 4 4 a を制御しながら捻り整形部 5 4 を回転しながら上昇させる。この時、セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g は円弧状の軌跡を描くように回転しながら上昇することが好ましい。この円弧状の軌跡を描く捻りは、スプリングバックによるセグメント 3 3 の変形を防止するため、半磁極ピッチ ($T/2$) に相当する角度を所定量超えた角度まで行われることが好ましい。

【 0 1 1 5 】

その後、昇降駆動機構 5 4 b および回転駆動機構 5 4 1 a ~ 5 4 4 a を上記前工程と逆向きの回転させ、下降させる。このようにして、セグメント 3 3 の捻り行程を終了し、捻り整形部 5 4 を下降させて捻り治具 5 4 1 ~ 5 4 4 のセグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b からセグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g を取り外す。セグメント 3 3 が外された捻り整形部 5 4 は回転駆動機構 5 4 1 a ~ 5 4 4 a によって回転され、原位置に戻される。最後に、クランプ 5 2 及びワーク押さえ 5 3 が外され、セグメント 3 3 に捻りが加えられたステータが取り出される。

【 0 1 1 6 】

結局、この捻り工程は、まずセグメント 3 3 の端部を周方向にのみ回転変位させてセグメント 3 3 を周方向に倒し、続いてセグメント 3 3 の端部を周方向並びに軸方向に変位させてセグメント 3 3 を深く傾け、その後、所定の加工量を超えてセグメント 3 3 の端部を周方向ならびに軸方向に変位させてセグメント 3 3 を過剰に深く傾け、その後でセグメント 3 3 の端部を所定の加工量まで戻すことにより行われる。

【 0 1 1 7 】

捻り整形部 5 4 はステータコア 3 2 に対して周方向だけでなく軸方向にも相対移動する。そのため、セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g のうち、スロット 3 5 の出口からセグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b の入口までの部分、すなわち、端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g からその端部先端（接合部） 3 3 1 d、3 3 1 e、3 3 2 d、3 3 2 e の長さを差し引いた長さを一定に保つように、セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g が円弧状の軌跡を描くように捻じることができ、これにより、セグメント 3 3 がセグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b から抜け出るのを防止することができる。

【 0 1 1 8 】

また、セグメント 3 3 の端部先端（接合部） 3 3 1 d、3 3 1 e、3 3 2 d、3 3 2 e のみが、セグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b に挿入されており、また、前述と同様にセグメント 3 3 がセグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b から抜け

出ることではない。

（標準の溶接工程）

次に行う標準の溶接工程を以下に説明する。この工程は本質的に従来と同じである。

【0 1 1 9】

上記セグメントの端部の捻りの後、図 1、図 2 に示すように、径方向内側から 1 層目と 2 層目の端部先端部（接合部）が溶接され、径方向内側から 3 層目と 4 層目の端部先端部（接合部）が溶接されて、ステータコイル 3 1 が完成される。溶接には、アーク溶接が用いられる。

（この実施例の特徴をなす頭部側コイルエンド 3 1 1 の形状の説明）

次に、この実施例の特徴をなす頭部側コイルエンド 3 1 1 の形状を以下に説明する。

【0 1 2 0】

図 1 0 は、この実施例における頭部側コイルエンド 3 1 1 を示す径方向部分断面図である。

【0 1 2 1】

1 0 0 はステータコア 1 の端面、1 0 1 はステータコア 1 の内周面である。スロット 3 5 には、4 セットのセグメントセット 3 3 が径方向へ順番に挿通されている。3 3 0 1 は最も径方向内側のセグメントセット 3 3 の頭部、3 3 0 2 は径方向内側から数えて 2 番目のセグメントセット 3 3 の頭部、3 3 0 3 は径方向内側から数えて 3 番目のセグメントセット 3 3 の頭部、3 3 0 4 は最も径方向外側のセグメントセット 3 3 の頭部であり、径方向へ順番に 4 個並んだ頭部は、前述した頭部側コイルエンド 3 1 1 を構成している。

【0 1 2 2】

頭部 3 3 0 1 は、軸方向に真っ直ぐ形成されており、従来のもと同じである。これに対して、頭部 3 3 0 2 ～ 3 3 0 4 は、ステータコア 1 の端面 1 0 0 から小距離 L 離れた位置から径方向外側へそれぞれ傾斜角 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ で傾斜している。傾斜角 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ は、 $\theta 2$ は $\theta 3$ より小さく、 $\theta 3$ は $\theta 4$ より小さく設定されている。頭部 3 3 0 1 は頭部 3 3 0 2 より短く、頭部 3 3 0 2 は頭

部 3 3 0 3 より短く、頭部 3 3 0 3 は頭部 3 3 0 4 より短く設定されている。これにより、各頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 の軸方向突出長は等しくされ、頭部側コイルエンド 3 1 1 の軸方向突出を抑制している。

【 0 1 2 3 】

頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 について、頭部 3 3 0 1 を参照して更に説明する。

【 0 1 2 4 】

頭部 3 3 0 1 は、セグメントセットの頭部先端部 3 a と、頭部先端部 3 a からステータコア 1 へ向けて斜めに延在するセグメントセットの端部斜行部 3 b とからなる。これら頭部先端部 3 a は大回りセグメントの大回り頭部の頭部先端部と小回りセグメントの小回り頭部の頭部先端部を含む概念であり、頭部斜行部 3 b は、合計 4 本の飛び出し端部の直線部を含む概念である。

【 0 1 2 5 】

頭部先端部 3 a は、小回りセグメントの小回り頭部と、大回りセグメントの大回り頭部とを径方向に重ねた状態となっており、頭部斜行部 3 b は、頭部先端部 3 a から図 1 0 において直線的にステータコア 1 の端面 1 0 0 へ延在している。

【 0 1 2 6 】

頭部先端部 3 a は、頭部斜行部 3 b の導体配列方向（図 9 の頭部 3 3 0 1 では軸方向）と直角の方向である導体重ね方向（図 9 の頭部 3 3 0 1 では径方向）において、頭部斜行部 3 b よりも所定幅だけ膨らんで形成されている。

【 0 1 2 7 】

この膨らみは、各頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 の頭部斜行部 3 b をそれぞれ上記傾斜角 $\theta 2 \sim \theta 4$ だけ軸方向から径方向外側へ傾斜させることにより吸収しており、これにより、スロット 3 5 の径方向必要深さを短縮している。

【 0 1 2 8 】

これにより、ステータコア 1 の径方向幅の増大を抑止しつつ必要なターン数のセグメントをモータハウジング内に収容することができ、頭部側コイルエンド 3 1 1 の頭部先端部 3 a 間の相互接触による電気絶縁の劣化を防止することができる。なお、上記距離 L の確保は、ステータコア 1 の端面 1 0 0 と頭部斜行部 3 b とのこすれが増大することを防止するためである。

【 0 1 2 9 】

(変形態様)

変形態様を図 1 1 に示す。

【 0 1 3 0 】

この変形態様では、頭部 3 3 0 3 を周方向に見た場合に軸方向へ延在させ、頭部 3 3 0 1、3 3 0 2 を周方向へ見た場合に径方向内側へ傾斜させ、頭部 3 3 0 4 を周方向に見た場合に径方向外側へ傾斜させている。

この場合、 $\theta 2$ は $\theta 3$ より径方向内側に大きくなっている。すなわち、頭部を径方向内側に倒しても上記と同様の効果を奏することができる。

【 0 1 3 1 】

(変形態様)

また、図 1 0、図 1 1 において、各頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 の軸方向先端を径方向に揃えるのではなく、各頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 のコイル延長距離を等しくしつつ傾斜角 $\theta 2$ ~ $\theta 4$ を順次大きく設定しても良い。これにより、各頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 の配線距離のばらつき低減、コイルエンドの抵抗損失低減、冷却効率の向上、セグメントの種類の削減を実現することができる。

【 0 1 3 2 】

(変形態様)

変形態様を図 1 2 に示す。

【 0 1 3 3 】

この変形態様は、各頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 を軸方向へ突出させるとともに、各頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 の軸方向突出長さを順番に変更することにより、頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 の頭部先端部 3 a の膨らみが、互いに隣接する頭部斜行部 3 b、3 b 間の径方向ピッチを増加させないようにしたものである。

【 0 1 3 4 】

なお、この変形態様では、頭部斜行部 3 b の径方向への膨らみは径方向外側へのみ存在するために、各頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 を径方向外側へ向かうにつれて、略頭部先端部 3 a の軸方向長さだけ短縮することにより実現している。

【 0 1 3 5 】

もちろん、図 9 の傾き調整と図 1 1 の軸方向長調整とを同時に実施しても良い。

【 0 1 3 6 】

(変形態様)

変形態様を図 1 に示す。

【 0 1 3 7 】

この変形態様は、図 1 2 の変形態様の更なる変形態様である。

【 0 1 3 8 】

各頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 は、軸方向へ突出するとともに、頭部 3 3 0 1、3 3 0 4 の軸方向突出長さを等しく、頭部 3 3 0 2、3 3 0 3 の軸方向長さを等しくしている。更に、頭部 3 3 0 1、3 3 0 4 は、頭部 3 3 0 2、3 3 0 3 よりも頭部先端部 3 a の略軸方向長さだけ短縮され、これにより各頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 の頭部先端部 3 a の膨らみが隣接する頭部の頭部先端部 3 a に影響するのを防止している。

【 0 1 3 9 】

更に、この変形態様においては、頭部 3 3 0 1、3 3 0 2 の頭部先端部 3 a の膨らみ方向は径方向内側とされ、頭部 3 3 0 3、3 3 0 4 の頭部先端部 3 a の膨らみ方向は径方向外側とされている。これにより、頭部 3 3 0 1 ~ 3 3 0 4 の頭部先端部 3 a の膨らみが、互いに隣接する頭部斜行部 3 b、3 b 間の径方向ピッチを増加させないようにすることができる。

【 0 1 4 0 】

(変形態様)

上記各変形態様では、頭部斜行部 3 b よりも広い径方向幅を要する頭部先端部 3 a を軸方向へずらせて吸収していたが、同様に頭部先端部 3 a を周方向へずらせても同様に吸収することができる。

【 0 1 4 1 】

この場合に、周方向に見て径方向に隣接する複数の頭部先端部 3 a を周方向へずらせるには、頭部先端部 3 a から周方向両側へ延在する頭部斜行部 3 b の長さを変更するなどして、頭部先端部 3 a から両側のスロット導体部に到るまでの一対

の頭部斜行部 3 b の周方向ピッチを異ならせればよい。これには頭部捻り工程において両リングの回動角度を変更すればよい。もちろん、両回動角度は必要なスロットピッチ（通常 1 磁極ピッチ）とされる。

【 0 1 4 2 】

（変形態様）

上記実施例、変形態様では、各頭部斜行部 3 b は軸方向へ延在するか又は径方向へ一定角度で斜行していたが、その他に、頭部斜行部 3 b の傾斜角をステータコア 1 の端面 1 0 0 から遠ざかるにつれて徐々に増大するようにしてもよい。また、頭部斜行部 3 b の中央部にてある角度で屈曲させてもよい。

（この実施例の特徴をなす頭部曲げ工程の説明）

次に、この実施例の特徴をなす頭部曲げ工程を以下に説明する。この頭部曲げ工程は、この実施例では前述した頭部捻り工程と同一装置を用いて同時に実施されるが、どちらか一方の工程を先に実施してから残る他方の工程を実施しても良い。なお、以下の説明において用いる符号が上記実施例で用いた符号と重複する場合でも、技術的に無関係である場合もあるものとする。

（頭部曲げ工程の実施態様）

図 1 3 を参照して、頭部曲げ工程の実施態様 1 を以下に説明する。

【 0 1 4 3 】

1 0 0 0 は、図 5、図 6 に示す頭部捻り装置と基本的に同一の頭部捻り加工を行う頭部捻り装置であり、基本的な動作は同じであるので、異なる点のみを以下に説明する。

【 0 1 4 4 】

この実施態様では、頭部押さえプレート 1 6 の形状のみが図 5、図 6 のものと異なっている。

【 0 1 4 5 】

この実施例における頭部押さえプレート 1 6 は、大セグメント 3 3 1 と小セグメント 3 3 2 とからなるセグメントセットの頭部が挿入されるリング状の溝部 1 6 1 をもつ。

【 0 1 4 6 】

この溝部 1 6 1 は、図 1 6 に示す径方向断面において、切頭円錐面からなる内側テーパ面 1 6 2 をもち、溝部 1 6 1 の径方向外側には円筒状の周壁部 1 6 3 が形成されて、また、溝部 1 6 1 の底部（図 1 3 では上方）には前述したセグメントセットの頭部を周方向に挟持するための爪部が、各頭部の両側に垂下している。

【 0 1 4 7 】

この実施態様における頭部加工動作を以下に説明する。

【 0 1 4 8 】

まず、予めセグメントセットを図 1 3 に示すように、頭部コイルエンドとなる頭部予定部分 1 0 0 1 とスロット導体部予定部分 1 0 0 2 との境界位置で図 1 3 に示す形状にある程度、屈曲させた後、頭部予定部分 1 0 0 1 が径方向外側へ向くように各セグメントセットの頭部先端部を溝部 1 6 1 に挿入し、各爪部 1 6 の隙間に挿入する。スロット導体部予定部分 1 0 0 2 はリング 1 1、1 2 に挿入されている。次に、図 5、図 6 の装置の場合と同じく、リング 1 1、1 2 を逆方向に回転しつつ、頭部押さえプレート 1 6 を降下させる。

【 0 1 4 9 】

この降下に際して、溝部 1 6 1 内のセグメントセットの頭部が傾斜しているために、小セグメント 3 3 2 の頭部が大セグメント 3 3 1 の頭部の外側へはみ出そうとする。しかし、図 1 1 では、内側テーパ面 1 6 2 が大セグメント 3 3 1 および小セグメント 3 3 2 の頭部の径方向内側への倒れ込みを規制し、周壁部 1 6 3 が大セグメント 3 3 1 および小セグメント 3 3 2 の頭部の径方向外側への倒れ込みを規制するため、セグメントセットの傾斜角度の確保と、大セグメント 3 3 1 の頭部よりの小セグメント 3 3 2 の頭部の径方向へのはみ出しを良好に抑止することができる。

【 0 1 5 0 】

なお、この実施態様では、図 1 3 に示すように、展開前のセグメントセットの頭部傾斜角は、軸方向を基準とした場合に、内側テーパ面 1 6 2 の傾斜角ほどには傾斜していないが、展開前のセグメントセットの頭部傾斜角を軸方向を基準とした場合に内側テーパ面 1 6 2 の傾斜角とほぼ等しく設定し、図 1 3 の装置では

頭部捻り（展開）加工だけを行うようにしてもよい。

【 0 1 5 1 】

また、この内側テーパ面 1 6 2 を用いると、径方向へみた場合に、頭部予定部分 1 0 0 1 がこの内側テーパ面 1 6 2 に沿いつつ捻られるので、できあがった頭部側コイルエンド 3 1 1 の頭部斜行部が形成されてステータコア 1 の内周面よりも径方向内側へ逸脱しないという効果も期待することができる。

【 0 1 5 2 】

（変形態様）

変形態様を図 1 4 を参照して以下に説明する。この変形態様は、図 1 3 に示す態様において、セグメントセットの頭部予定部分 1 0 0 1 を径方向へ倒しつつ同時に周方向へ捻る動作を行う点をその特徴としている。

【 0 1 5 3 】

図 1 4 に示すこの態様の頭部押さえプレート 1 6 は、図 1 3 に示す頭部押さえプレート 1 6 により、頭部が径方向外側に傾斜していないセグメントセットを挿入し、頭部押さえプレート 1 6 の下降により、セグメントセットの頭部を径方向外側に倒すとともにこの頭部を捻り加工するものである。

【 0 1 5 4 】

この実施例において、セグメントセットの頭部先端部は頭部押さえプレート 1 6 の下降初期において爪部 1 6 0 により周方向へ挟持されていないが、内側テーパ面 1 6 2 にセグメントセットの頭部をこの爪部 1 6 0 の間の周方向溝に案内する螺旋状のガイド溝を設けても良く、この場合には爪部 1 6 0 の省略も可能である。このガイド溝は、大セグメント 3 3 1 の径方向内側の頭部予定部分 1 0 0 1 の幅程度に形成されており、頭部押さえプレート 1 6 を下降させると、このガイド溝は大セグメント 3 3 1 の径方向内側の頭部予定部分 1 0 0 1 を周方向への捻り形状を与え、同時に、内側テーパ面 1 6 2 がこの大セグメント 3 3 1 の径方向内側の頭部予定部分 1 0 0 1 に傾斜角を与える。このガイド溝付きの頭部押さえプレート 1 6 を図 1 5 に示す。1 6 4 は上記ガイド溝である。

【 0 1 5 5 】

なお、ガイド溝 1 6 4 の螺旋形状は、大セグメント 3 3 1 の内側脚部 1 0 0 1

aの捻り形状に等しく設定される。頭部側コイルエンド311は、セグメントセットの頭部先端が絶対空間に対して周方向に静止するようにリング11に同期して回転される。

【0156】

(変形態様)

他の変形態様を以下に説明する。

【0157】

上記した他に、頭部捻り加工されたセグメントセットの頭部を図13、図14で示すような溝付きの頭部押さえプレートにより押さえることにより、頭部捻り加工後に頭部を径方向外側へ倒すこともできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1の車両用走行モータの縦断面図である。

【図2】 図1のセグメントの模式斜視図である。

【図3】 図1のステータコアの径方向部分断面図である。

【図4】 セグメントセットをスロットに挿通する直前の状態を示す模式斜視図である。

【図5】 セグメントの頭部捻り装置のリングに挿通する状態を示す模式断面図である。

【図6】 頭部捻り装置の模式縦断面図である。

【図7】 端部捻り装置の模式縦断面図である。

【図8】 端部捻り装置のリングの平面図である。

【図9】 ステータコイルのU相結線図である。

【図10】 好適な実施態様における頭部側コイルエンドを示す径方向模式部分断面図である。

【図11】 変形態様における頭部側コイルエンドを示す径方向模式部分断面図である。

【図12】 変形態様における頭部側コイルエンドを示す径方向模式部分断面図である。

【図13】 好適な実施態様における頭部捻り装置の模式断面図である。

【図 1 4】 変形態様における頭部捻り装置の模式断面図である。

【図 1 5】 変形態様における頭部捻り装置の模式断面図である。

【図 1 6】 従来のセグメントセットの頭部側コイルエンドを示す径方向模式断面図である。

【符号の説明】

1 ステータコア

3 ステータコイル

3 3 セグメント（セグメントセット）

3 3 1 大セグメント（大回りセグメント）

3 3 1 a、3 3 1 b 大セグメント 3 3 1 のスロット導体部

3 3 1 c 大セグメント 3 3 1 の頭部

3 3 1 f、3 3 1 g 大セグメント 3 3 1 の飛び出し端部（端部斜行部）

3 3 1 d、3 3 1 e 大セグメント 3 3 1 の端部先端部

3 3 2 小セグメント（小回りセグメント）

3 3 2 a、3 3 2 b 小回りセグメント 3 3 2 のスロット導体部

3 3 2 c 小回りセグメント 3 3 2 の頭部

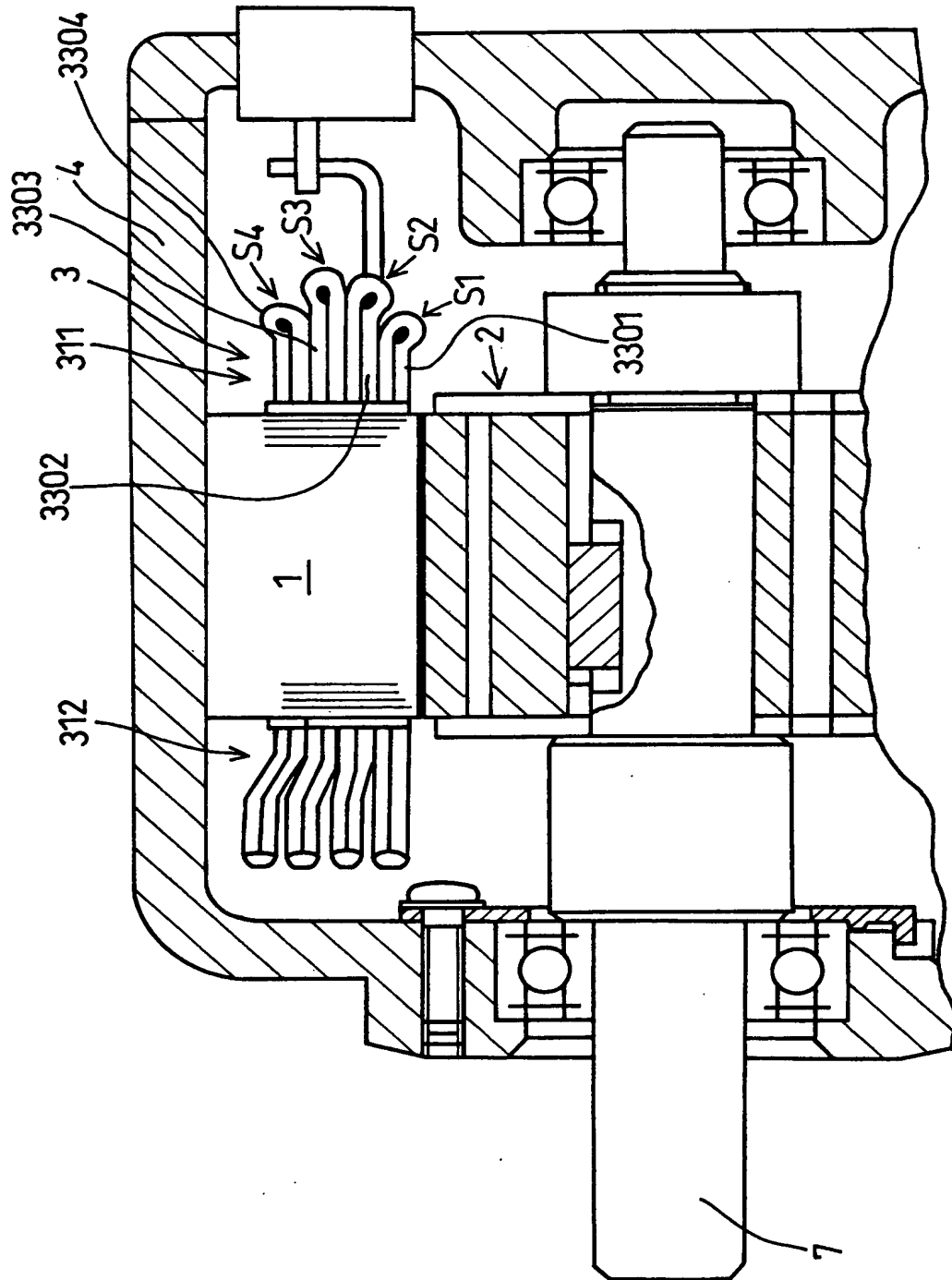
3 3 2 f、3 3 2 g 小回りセグメント 3 3 2 の飛び出し端部

3 3 2 d、3 3 2 e 小回りセグメント 3 3 2 の端部先端部

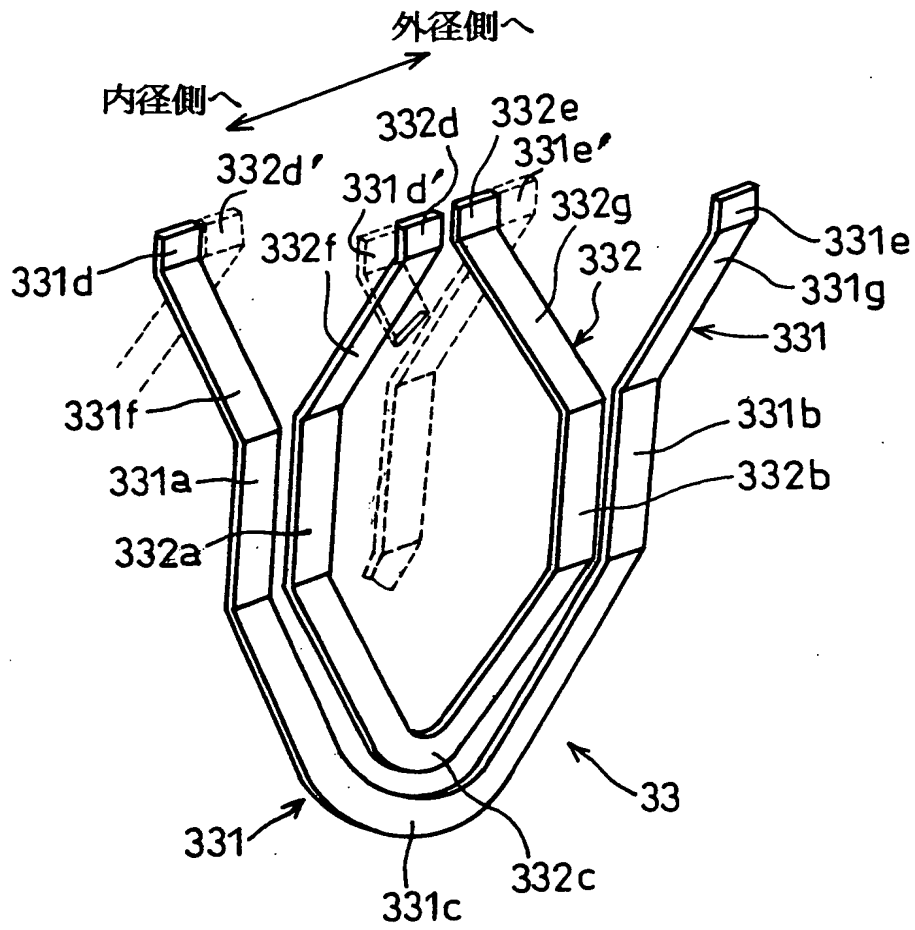
3 5 スロット

【書類名】 図面

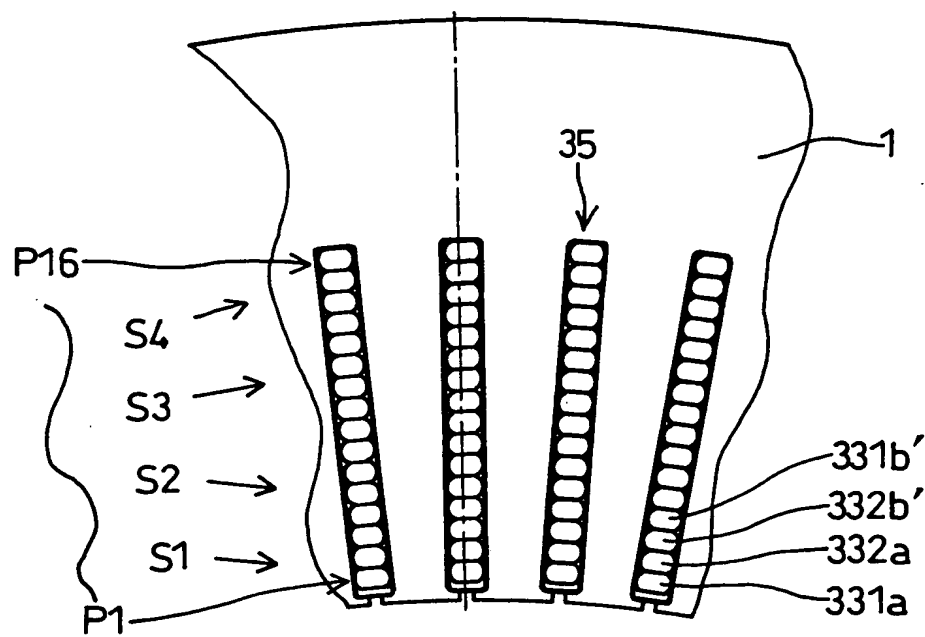
【図 1】



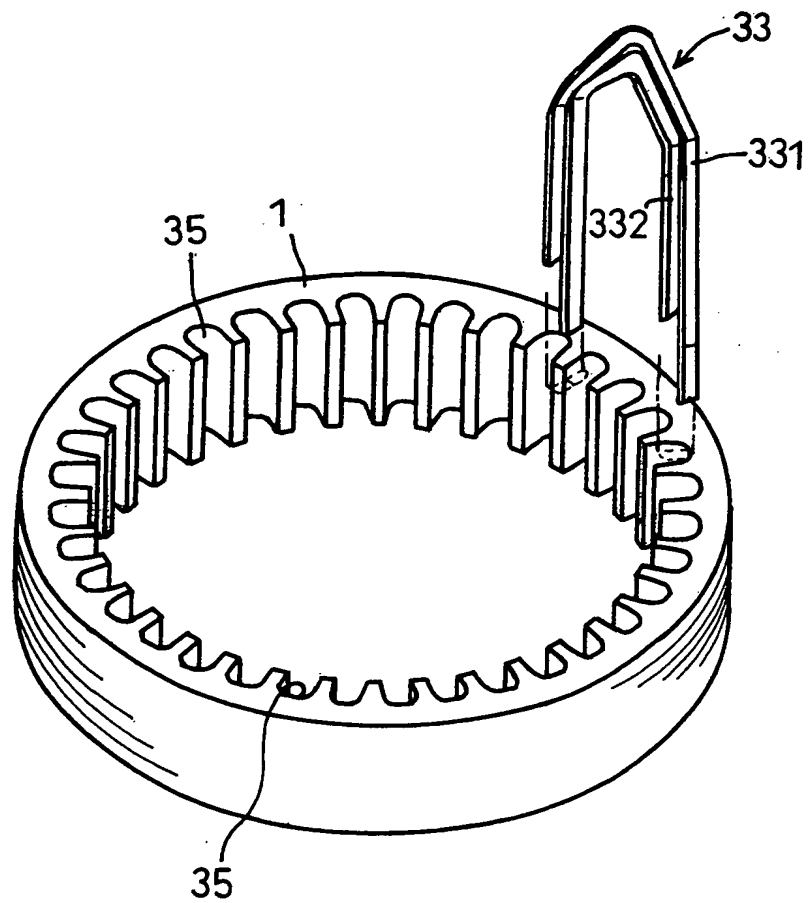
【図 2】



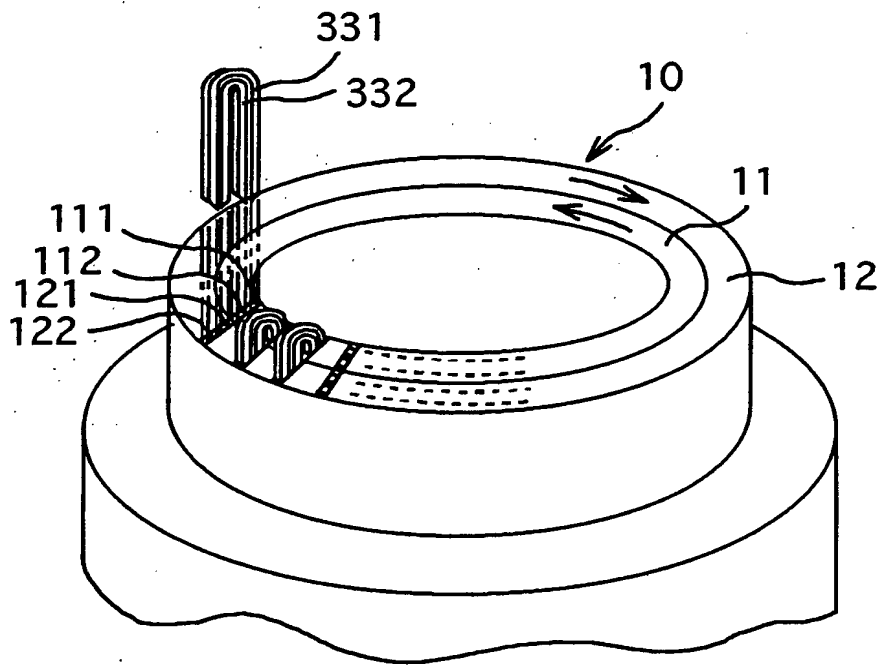
【図 3】



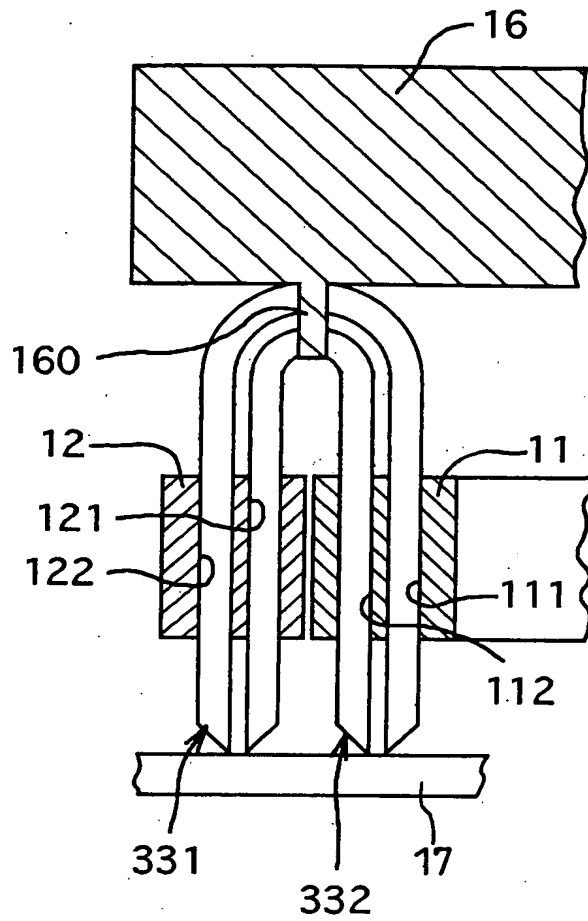
【図 4】



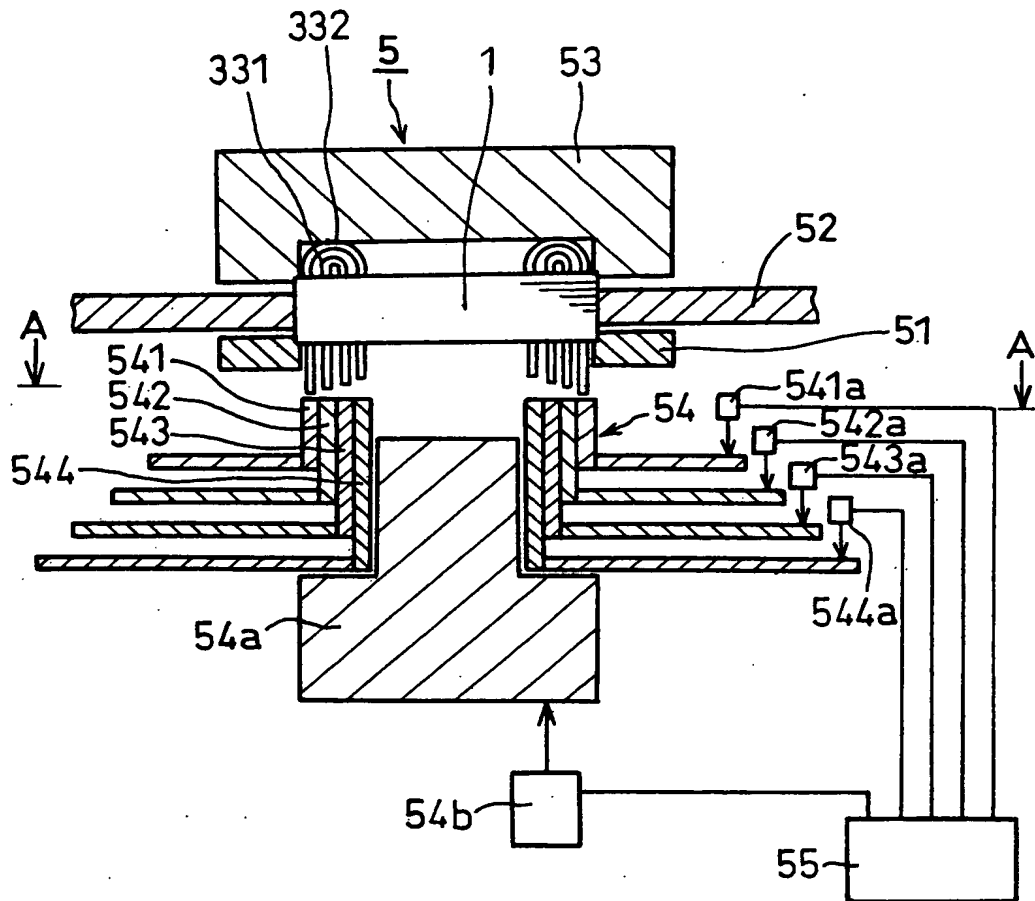
【図 5】



【図 6】

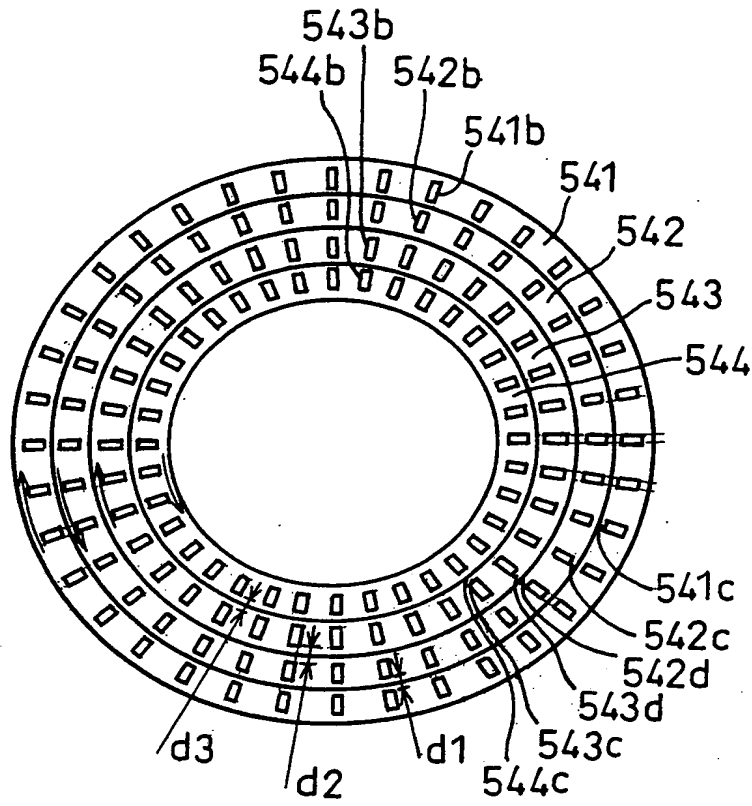


【図 7】

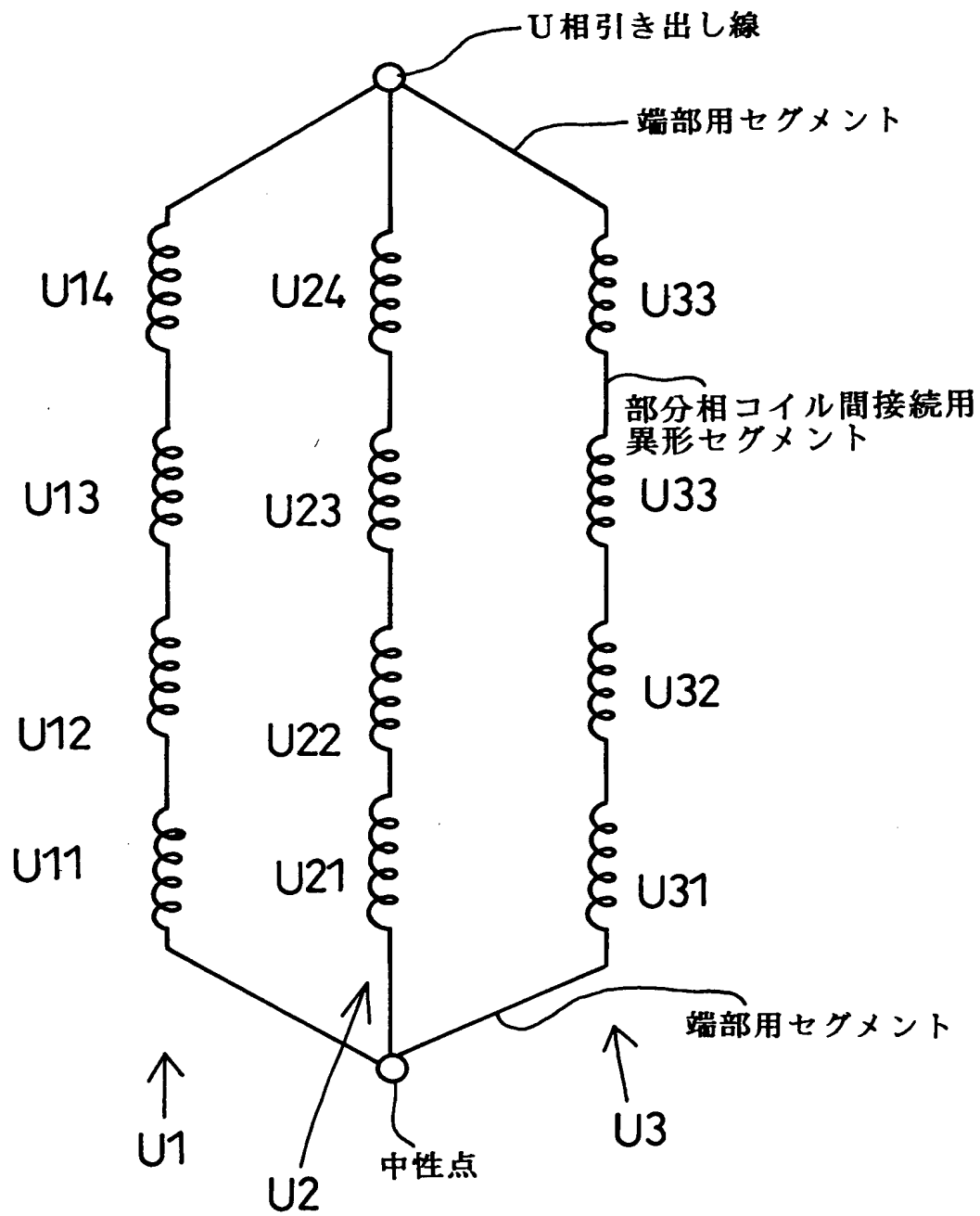


- | | |
|---------------|------------------|
| 1:ステータコア | 541～ 544:捻り治具 |
| 5:ステータコイル捻り装置 | 541a～544a:回転駆動機構 |
| 51:ワーク受け | 54a:昇降用シャフト |
| 52:クランプ | 54a:昇降駆動機構 |
| 53:ワーク押さえ | 55:コントローラ |
| 54:捻り整形部 | |

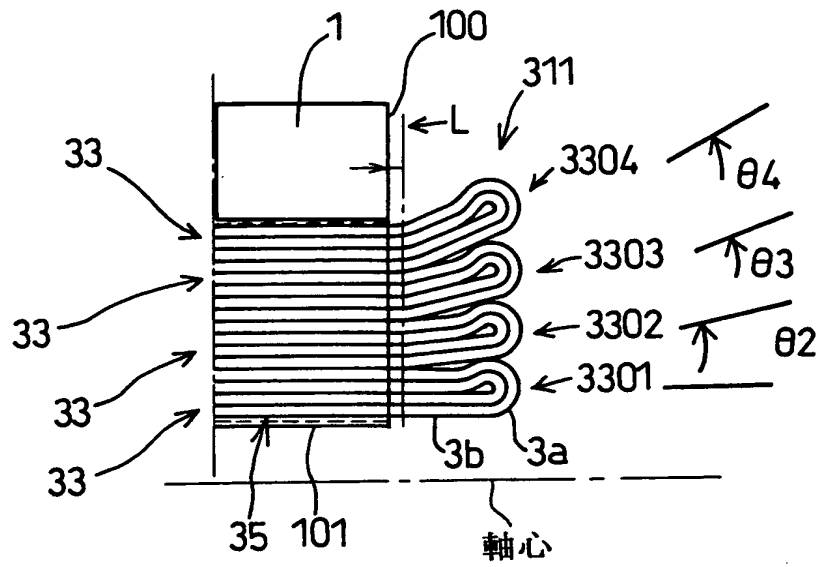
【図 8】



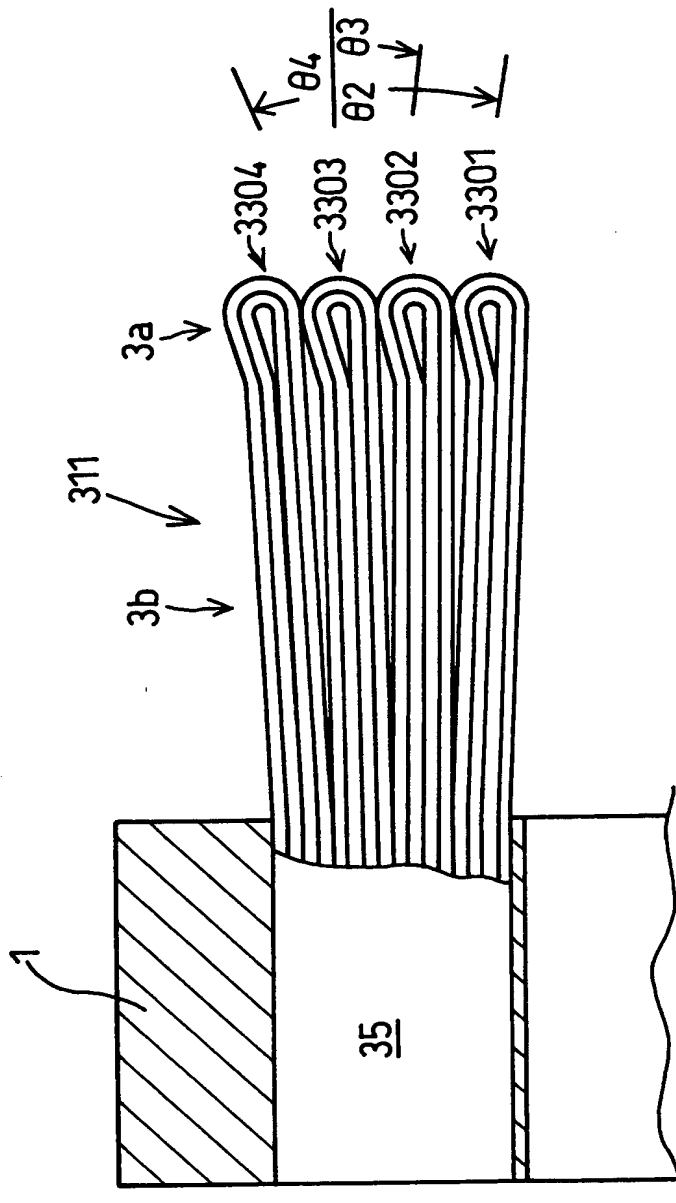
【図 9】



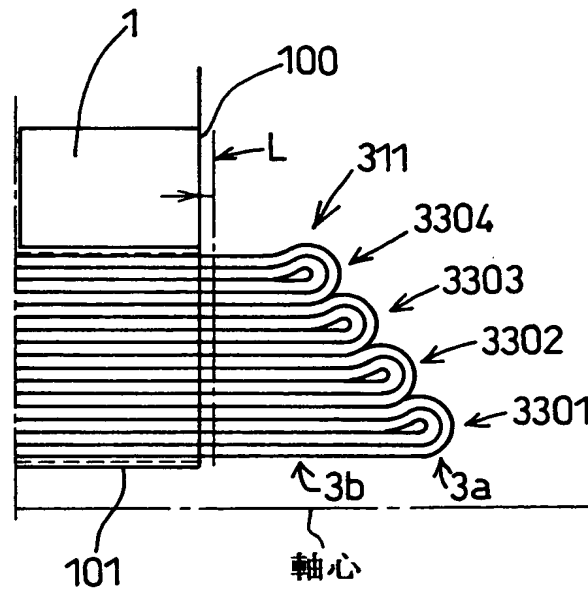
【図 1 0】



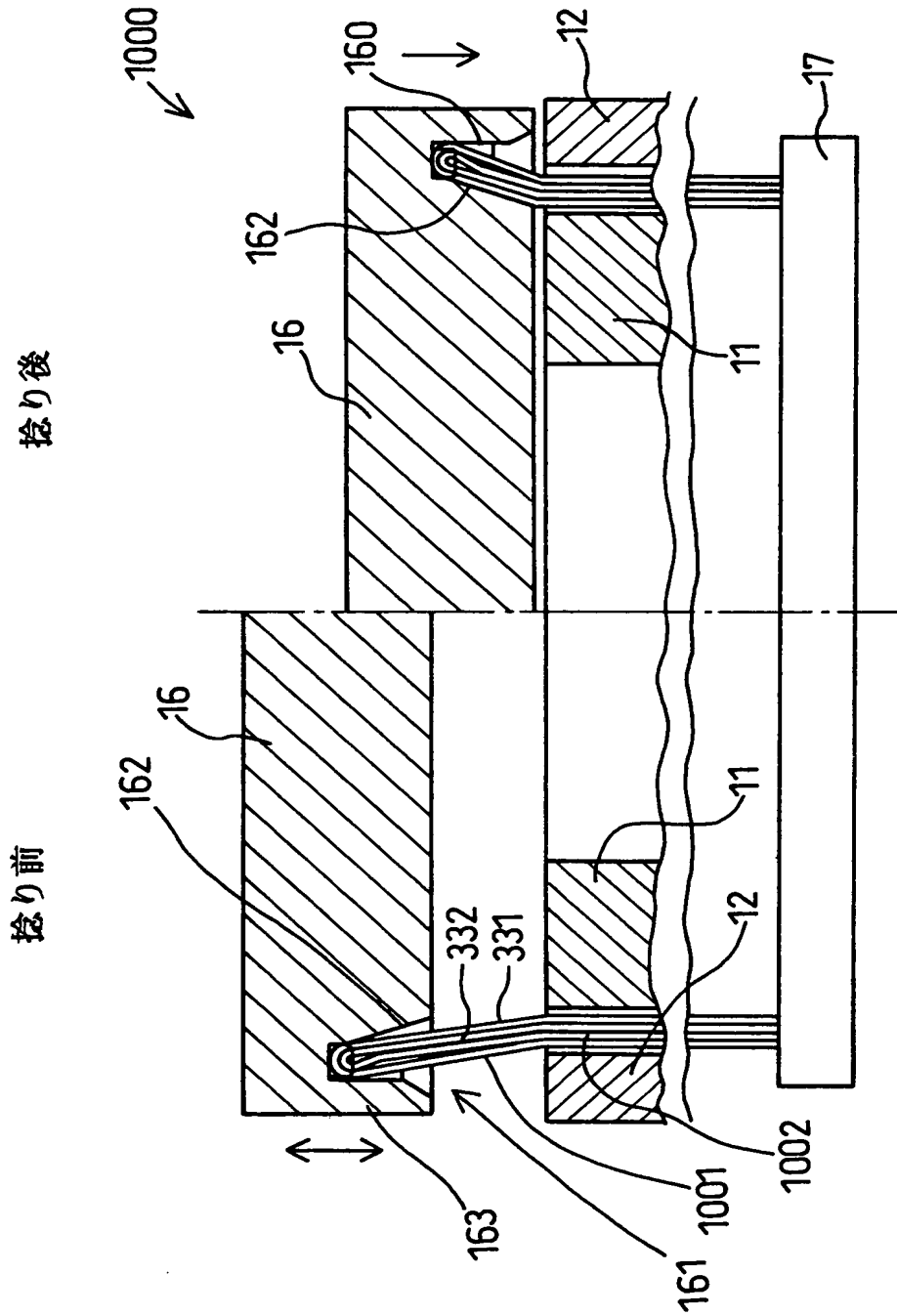
【図 1 1】



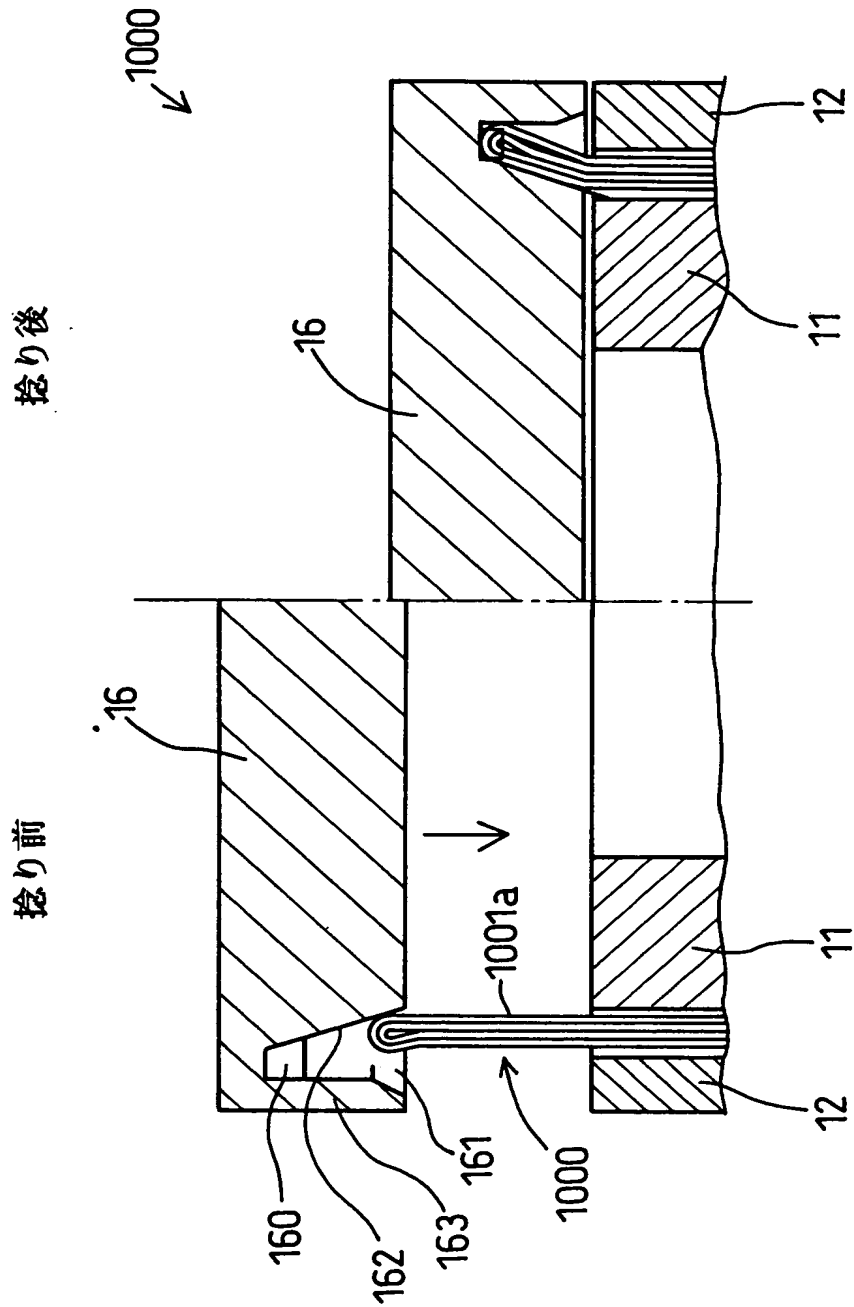
【図 1 2】



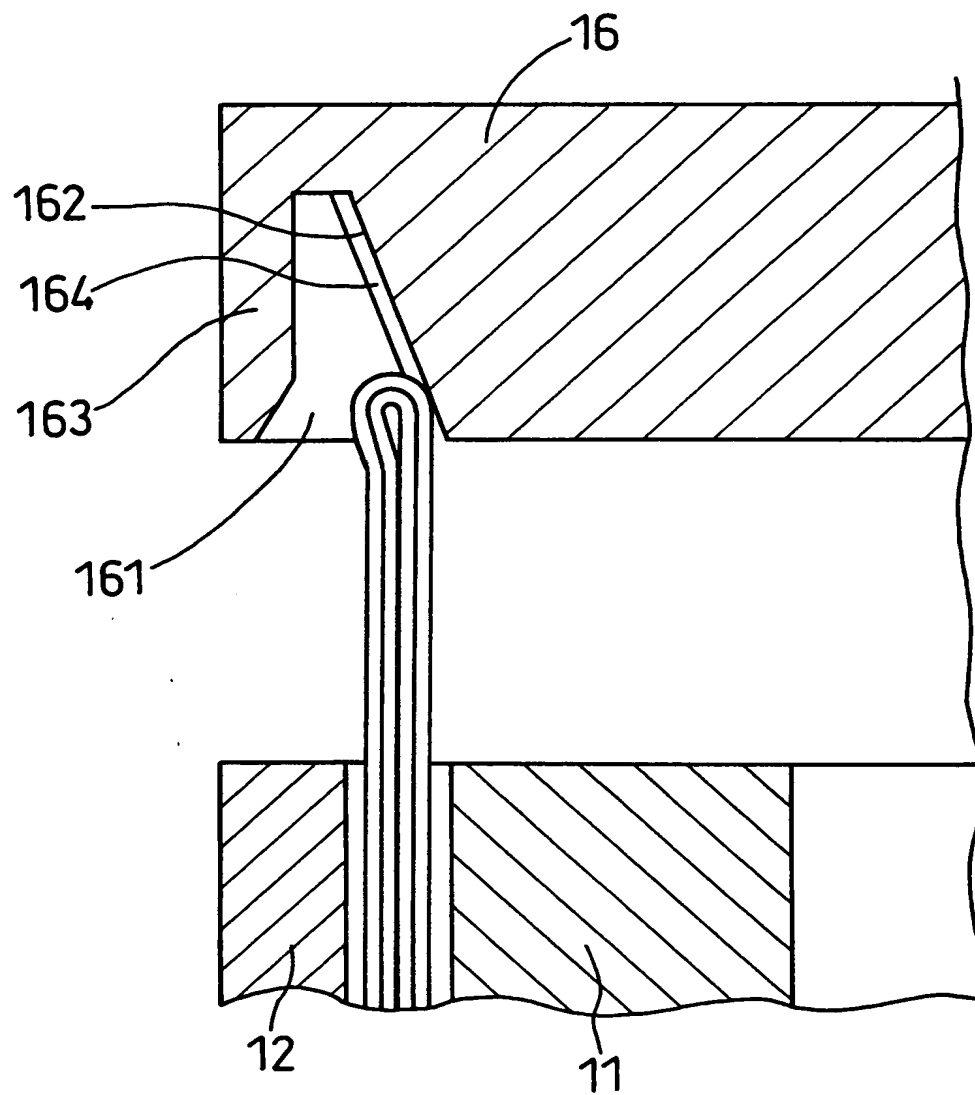
【図 13】



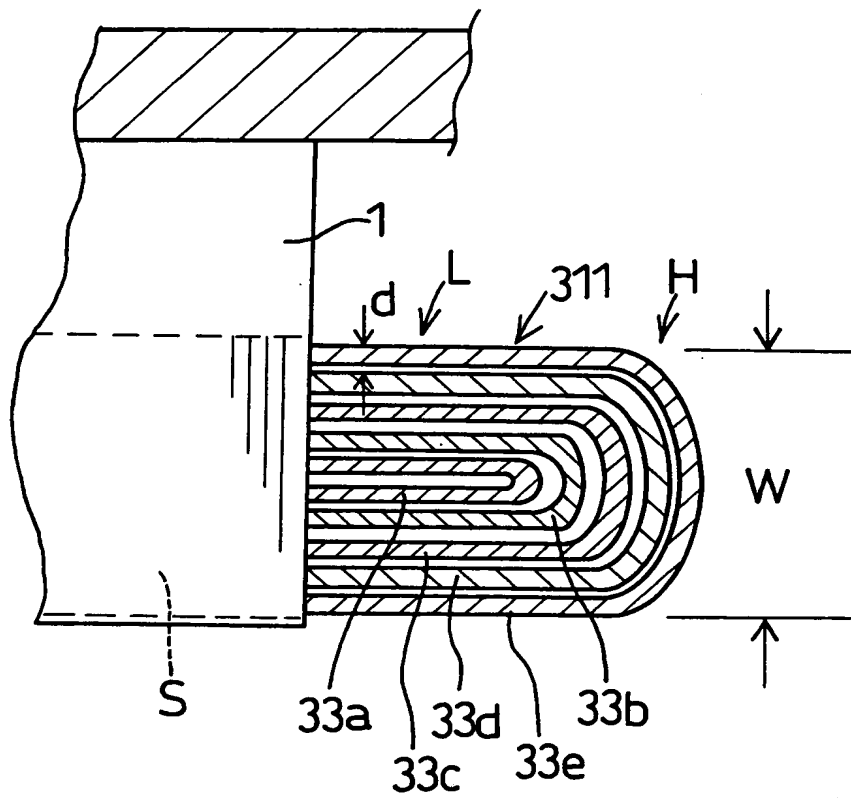
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 頭部側コイルエンドのにおける頭部先端部間の電気絶縁性を良好に確保しつつ、モータ径の縮小とモータの軽量化が可能な回転電機のセグメント順次接合ステータコイルおよびその製造方法を提供すること。

【解決手段】

頭部側コイルエンド 3 1 1 を頭部先端部の軸方向長さを隣接するセグメントごとに変更することにより、頭部先端部の膨らみを吸収する。これにより、ステータコア 1 の径方向長を縮小して、回転電機の小型軽量化を実現することができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日 1 9 9 6 年 1 0 月 8 日
[変更理由] 名称変更
住 所 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
氏 名 株式会社デンソー